Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia
2013

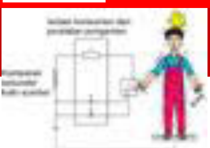
TEKNIK DASAR KELISTRIKAN KAPAL



1

Semester 1

Untuk SMK/MAK Kelas X

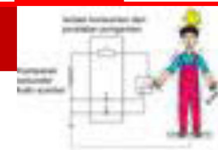


HAK CIPTA DAN DISKLAIMER

Penulis	**: Agus Salim**
Editor Materi	**: Supaat**
Editor Bahasa	**:**
Ilustrasi Sampul	**:**
Desain & Ilustrasi Buku	**: PPPPTK BOE Malang**

Pusat Pengembangan & Pemberdayaan Pendidik & Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika:

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5, Malang 65102, Telp. (0341) 491239, (0341) 495849, Fax. (0341) 491342, Surel: vedcmalang@vedcmalang.or.id, Laman: www.vedcmalang.com



DISKLAIMER (*DISCLAIMER*)

Penerbit tidak menjamin kebenaran dan keakuratan isi/informasi yang tertulis di dalam buku tek ini. Kebenaran dan keakuratan isi/informasi merupakan tanggung jawab dan wewenang dari penulis.

Penerbit tidak bertanggung jawab dan tidak melayani terhadap semua komentar apapun yang ada didalam buku teks ini. Setiap komentar yang tercantum untuk tujuan perbaikan isi adalah tanggung jawab dari masing-masing penulis.

Setiap kutipan yang ada di dalam buku teks akan dicantumkan sumbernya dan penerbit tidak bertanggung jawab terhadap isi dari kutipan tersebut. Kebenaran keakuratan isi kutipan tetap menjadi tanggung jawab dan hak diberikan pada penulis dan pemilik asli. Penulis bertanggung jawab penuh terhadap setiap perawatan (perbaikan) dalam menyusun informasi dan bahan dalam buku teks ini.

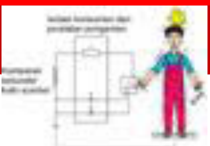
Kewenangan Penerbit hanya sebatas memindahkan atau menerbitkan mempublikasi, mencetak, memegang dan memproses data sesuai dengan undang-undang yang berkaitan dengan perlindungan data.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Rekayasa Teknologi Perkapalan Pertama 2013

Kementerian Pendidikan & Kebudayaan

Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, th. 2013: Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai buku teks untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Bidang Studi Keahlian Teknologi dan Rekayasa, Program Keahlian Rekayasa Teknologi Perkapalan.

Penerapan kurikulum 2013 mengacu pada paradigma belajar kurikulum abad 21 menyebabkan terjadinya perubahan, yakni dari pengajaran (*teaching*) menjadi BELAJAR (*learning*), dari pembelajaran yang berpusat kepada guru (*teachers-centered*) menjadi pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik (*student-centered*), dari pembelajaran pasif (*pasive learning*) ke cara belajar peserta didik aktif (*active learning-CBSA*) atau *Student Active Learning-SAL*.

Buku teks ″TEKNIK DASAR KELISTRIKAN KAPAL KELAS X SEMESTER 1″ ini disusun berdasarkan tuntutan paradigma pengajaran dan pembelajaran kurikulum 2013 diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum abad 21, yaitu pendekatan model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains.

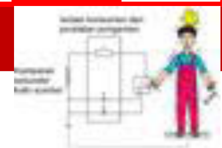
Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran ″ TEKNIK DASAR KELISTRIKAN KAPAL” ini disusun dengan tujuan agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan eksperimen ilmiah (penerapan scientifik), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, dan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan menyampaikan terima kasih, sekaligus saran kritik demi kesempurnaan buku teks ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu terselesaikannya buku teks siswa untuk Mata Pelajaran ″ TEKNIK DASAR KELISTRIKAN KAPAL” kelas X/Semester 1 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

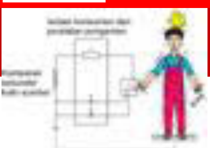
Jakarta, 12 Desember 2013

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

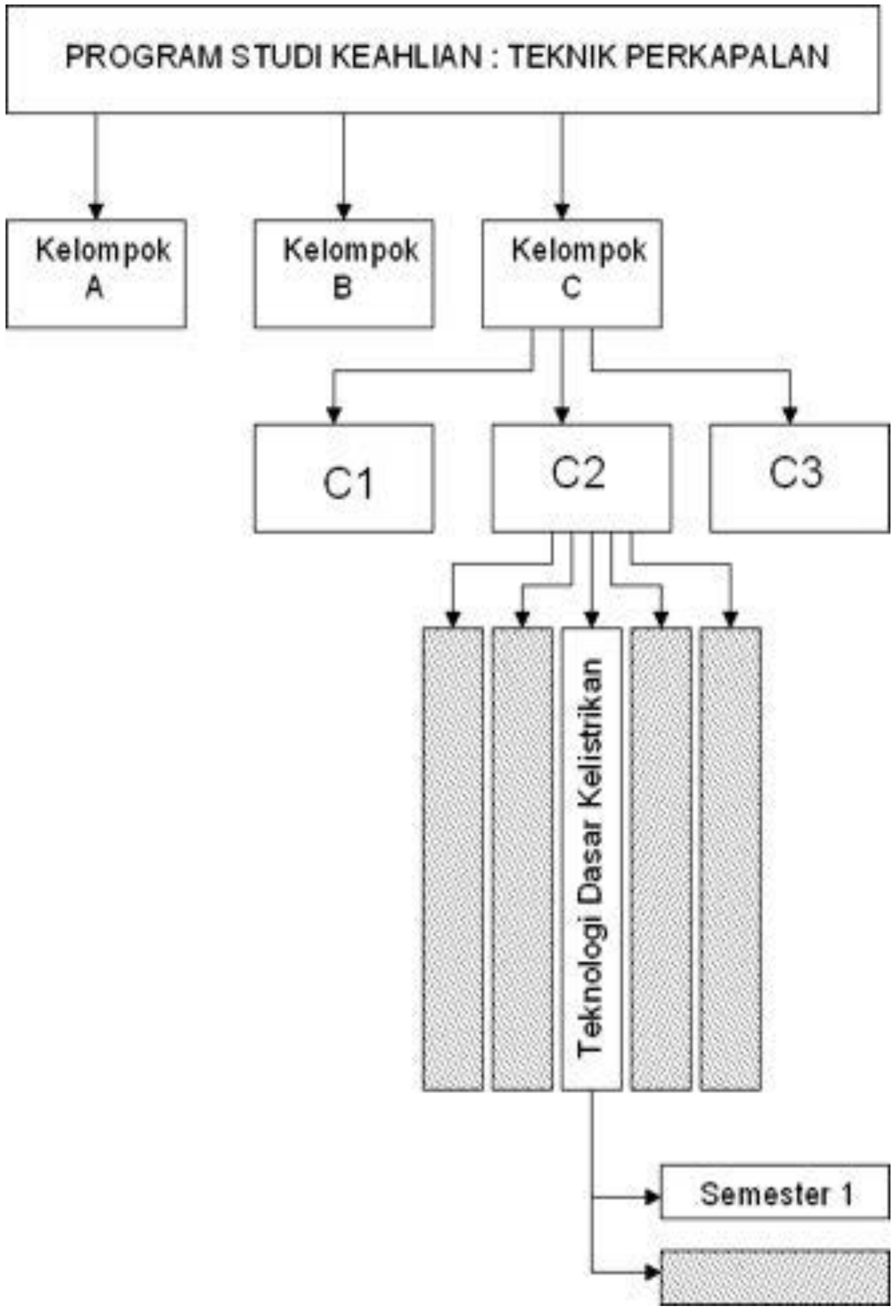
Prof. Dr. Mohammad Nuh, DEA

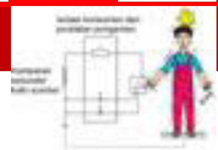


DAFTAR ISI



Peta Komptensi





Pelajaran 1

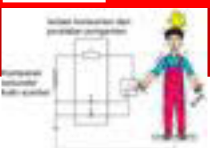
Bekerja efektif dan aman

Kegiatan 1.

Tugas dan Tanggungjawab

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

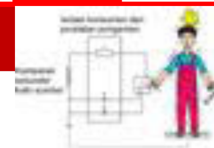
1) menyatakan tanggung jawab resmi Keselamatan dan Kesehatan Kerja K3
2) mengidentifikasi peraturan perundangan non-hukum
3) mengidentifikasi APD untuk tugas yang sedang dilakukan
4) menyatakan kebutuhan isolasi listrik
5) mengidentifikasi jenis dan makna tanda-tanda keselamatan
6) mengidentifikasi jenis pemadam api
7) menyatakan tindakan pada sengatan listrik



Hukum dan regulasi keselamatan

Pada awal abad kesembilan belas berkumpulah para pekerja sebagian besar anak-anak dari seantero penduduk Britania Raya. Menjadi awal kehidupan, mereka bekerja berjam-jam lamanya untuk mengabdi pada majikan yang jahat atau pada sang mandor. Untuk menjaga kesehatan dan moral para pekerja anak-anak pada tahun 1802 oleh Robert Peel diperkenalkan upaya pengurangan jam kerja para pemagang (pekerja anak-anak) untuk 12 jam kerja per hari agar dapat menjaga dan memulihkan kondisi mereka. Pada tahun 1833 kemudian perusahaan melakukan perubahan kebijakan dengan pembatasan jam kerja per minggu bagi anak usia 13 tahun sampai 18 tahun menjadi 69 jam setiap minggunya. Dengan diperkenalkannya pabrik Act pada tahun1833, dilakukanlah penunjukan empat Inspektur pabrik yang bekerja full time. Mereka diizinkan untuk dapat mempekerjakan sejumlah asisten kecil yang diberi tanggung jawab untuk memeriksa pabrik di seluruh Inggris, Skotlandia, Irlandia dan Wales. Ini pekerjaan tambahan, sebagai isyarat bagi pekerja laki-laki dalam mempelopori dalam memodernisasi pengawasan HSE (Health and Safety Executive), penegakkan hukum keselamatan ini akhirnya disahkan oleh parlemen. Tahun-tahun berikutnya semakin berkembang ide-ide parlemen untuk membuat kebijakan baru dengan cara meningkatkan kekuatan fungsi inspektorat serta menumbuhkan kekuatan serikat buruh dengan tujuan untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan,keselamatan dan kesejahteraan di tempat kerja.

Akhirnya, hal yang paling penting dari peraturan kesehatan dan keselamatan terutama di Indonesia telah disahkan oleh pemerintah pada tahun 1970 yang disebut undang-undang tentang Keselamatan Kerja. Undang-undang ini memberi dan menambahkan kekuatan kepada Inspektorat sebagai dasar semua hukum modern tentang kesehatan dan keselamatan kerja. Hukum ini berlaku tidak hanya untuk menguntungkan bagi majikan dalam melaksanakan kewajibannya dalam melakukan langkah-langkah pengamanan, tetapi juga menempatkan tanggung jawab keselamatan pada pada seluruh karyawan.



Peraturan perundangan tentang kesehatan, keselamatan dan kesejahteraan telah meningkatkan kesadaran setiap orang untuk meminimalisir risiko di tempat kerja. Semua undang-undang dalam keputusan pemerintah harus ditaati dan, oleh karena itu, kita semua membutuhkan pemahaman hukum yang berlaku terutama bagi industri elektroteknik.

Hukum perundang-undangan

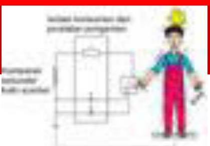
Kisah pembuatan perundangan dari beberapa negara di Eropa terutama dibuat oleh parlemennya. Peraturan perundang-undangan yang telah disahkan oleh parlemen, dalam masa perjalanan akhirnya disyahkan menjadi undang-undang. Jika dalam perjalanan dan pelaksanaanya tidak sesuai dengan hukum negara maka siapapun dapat berakibat dituntut oleh pengadilan dan kemungkinan hukuman penjara bagi pelakunya. Sekarang kita akan melihat delapan peraturan perundang-undangan yang berlaku untuk industri elektroteknik.

Keselamatan dan Kesehatan Kerja Act 1974

Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan undang-undang yang bertujuan untuk meningkatkan keselamatan di tempat kerja, namun baru-baru ini undang-undang yang paling penting adalah keselamatan dan kesehatan kerja. Tujuan dari UU ini adalah untuk memberikan kerangka hukum dalam memotivasi dan mendorong untuk keselamatan dan kesehatan kerja berstandar tinggi; UU menempatkan tanggung jawab keselamatan di tempat kerja adalah pada semua karyawan maupun pemilik perusahaan.

Definisi

Peraturan perundang-undangan telah disahkan oleh pemerintah, oleh karena itu, menjadi undang-undang.

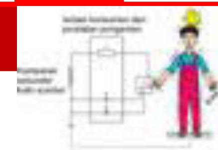


Perusahaan bertugas untuk merawat keselamatan dan kesehatan kerja karyawan.

Untuk melakukan kewajiban ini maka kebijakan yang diberlakukan adalah:
a. situasi dan kondisi tempat kerja dan standar kebersihan harus tetap dijaga;
b. bangunan pabrik, peralatan dan perlengkapannya dipelihara secara terus menerus dengan baik;
c. peralatan keselamatan yang diperlukan, seperti Alat Pelindung Diri APD, pelindung debu, asap dan pengaman mesin adalah akan sia-sia bila cara menggunakannya tidak benar (tidak sesuai prosedur);
d. para pekerja dilatih untuk menggunakan peralatan dan penyelamatan pabrik.

Karyawan memiliki tugas untuk menjaga keselamatan dan kesehatan kerja mereka sendiri, bahwa orang lain mungkin dapat juga akan terpengaruh oleh tindakan mereka yang baik.
Untuk melakukan hal ini semua, mereka harus:
a. bertindak yang sewajarnya untuk menghindari cedera pada diri sendiri atau orang lain, karena cedera akan mempengaruhi produktivitas kerja mereka;
b. bekerja sama dengan perusahaan, membantu untuk selalu mematuhi ketentuan yang di persyaratan;
c. tidak mengganggu atau menyalahgunaan apapun disediakan untuk melindungi keselamatan dan kesehatan kerja mereka.
Kegagalan dalam mematuhi UU K3 adalah merupakan tindakan kriminal dan setiap pelanggaran hukum dapat mengakibatkan denda berat, penjara atau keduanya.

Penyelenggaraan K3
Hukum dan peraturan harus ditegakkan jika keduannya diberlakukan efektif. Sistem kontrol dalam K3 berasal dari Health dan Safety Executif (HSE) yang bertugas dalam pengawasan hukum. K3 dibagi menjadi beberapa spesialisasi atau bagian misalnya: Hiperkes (Higiene Perusahaan dan Kesehatan) kerja bagi Dokter Perusahaan; Pengawasan Instalasi; Instalasi Penyalur Petir; Pesawat Tenaga dan



Produksi serta lainnya. Setiap bagian lokal atau unit kerja inspektur dapat mengunjungi tempat-tempat karyawan bekerja. Para pengawas K3 telah diberi kekuasaan luas untuk membantu mereka dalam mentaati hukum. Mereka dapat melakukan inspeksi:

1 . memasuki ruang atau wilayah kerja tanpa pemberitahuan dan melakukan investigasi, mengambil sampel pengukuran atau foto;

2 . membawa bukti atau informasi dari masyarakat;

3 . memeriksa catatan dan dokumen yang diperlukan oleh undang-undang;

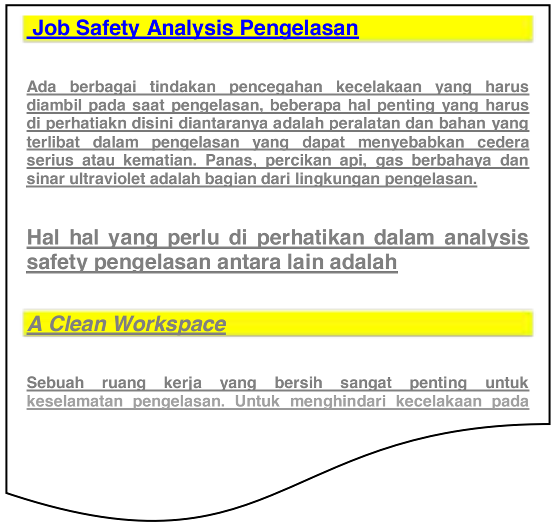
4 . memberikan informasi dan saran kepada karyawan atau majikan tentang keselamatan di tempat kerja;

5 . menuntut pembongkaran atau pemusnahan peralatan apapun, materi atau keberadaan apa saja yang mungkin dapat menyebabkan cedera serius;

6 . mengeluarkan pernyataan yang akan meminta perusahaan untuk melakukan perbaikan, dalam jangka waktu tertentu pada pelanggaran ringan dari undang-undang;

7 . mengeluarkan pemberitahuan larangan, meminta perusahaan untuk menghentikan segera setiap kegiatan yang mungkin mengakibatkan cedera serius, sampai situasi tersebut diperbaiki;

8 . menuntut semua orang yang gagal mematuhi tugas keselamatan mereka, termasuk pengusaha, karyawan, disainer, produsen, pemasok dan wiraswastawan.



Job Safety Analysis Pengelasan

Ada berbagai tindakan pencegahan kecelakaan yang harus diambil pada saat pengelasan, beberapa hal penting yang harus di perhatiakn disini diantaranya adalah peralatan dan bahan yang terlibat dalam pengelasan yang dapat menyebabkan cedera serius atau kematian. Panas, percikan api, gas berbahaya dan sinar ultraviolet adalah bagian dari lingkungan pengelasan.

Hal hal yang perlu di perhatikan dalam analysis safety pengelasan antara lain adalah

A Clean Workspace

Sebuah ruang kerja yang bersih sangat penting untuk keselamatan pengelasan. Untuk menghindari kecelakaan pada

Gambar 1.1: Kebijakan K3 pada pengelasan

- **Keamanan dokumentasi**

Dibawah undang-undang K3, perusahaan bertanggung jawab terhadap instruksi dan informasi memadahi yang diberikan untuk membuat semua karyawan sadar tentang keselamatan. Perusahaan harus menginstruksikan tentang usaha dalam menjaga keselamatan dan kesehatan dengan pembuatan kebijakan secara tertulis dan diberi tahukan pada semua karyawan. Gambar 1.1 menunjukkan contoh pernyataan kebijakan K3 yang diberlakukan oleh perusahaan hubungannya dengan safety pengelasan. Perusahaan harus juga memberikan kesempatan kepada seluruh karyawan untuk tahu siapa perwakilan yang dapat berinisiatif untuk menunjukkan serta mengusahakan poster K3 yang relevan dan selalu up todate. Gambar 1.2 adalah poster K3, cara kerja yang tidak procedural dapat berakibat fatal. Ini adalah poster laminasi besar, 595x 415 mm, cocok untuk dinding atau display pada papan pengumuman. Peraturan Menteri Tenaga Kerja R.I. No. Per.02/MEN/1992 tentang Tata Cara Penunjukan, Kewajiban dan Wewenang Ahli Keselamatan dan Kesehatan Kerja.



Gambar 1.2.: Poster K3

Hak-hak perwakilan keselamatan kerja, empat hal penting diantaranya yaitu:

a.Hak-hak perwakilan keselamatan kerja meliputi:

• Pengenalan dalam upaya-upaya untuk mempengaruhi keselamatan dan kesehatan kerja.

• Tata-tertib dalam penunjukan penasehat keselamatan kerja

• Tata-tertib dalam penunjukan komandan kebakaran dan kondisi darurat

• Penyediaan informasi keselamatan dan kesehatan kerja berkaitan dengan perwakilan yang dipersyaratkan oleh beberapa persyaratan atau hokum.

• Penyediaan pelatihan kesehatan dan keselamatan kerja

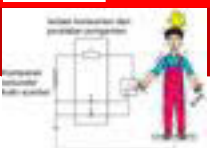
• Implikasi kesehatan dan keselamatan kerja pada pengenalan teknologi baru

b.Hak berupa penyediaan informasi yang memadahi

• Untuk memudahkan para perwakilan keselamatan dalam melaksanakan funsinya

• Tentang kecelakaan yang terjadi namun bukan informasi yang:

- Membeberkan data individu
- Berupa masalah yang dapat dilanjutkan ke pengadilan
- Melanggar keamanan nasional



- Melanggar larangan yang ditetapkan oleh hokum.

c.Hak alokasi waktu kerja khusus diberikan untuk:

• Menerima pelatihan

• Melaksanakan fungsi perwakilan

d.Fungsi perwakilan keselamatan kerja adalah:

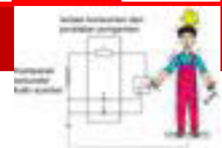
• Memberikan gambaran kepada perusahaan tentang adanya bahaya dan insiden yang dapat mempengaruhi kesehatan dan keselamatan kerja.

• Bersama majikan mengangkat, masalah-masalah lain yang berpengaruh terhadap keselamtan dan kesehatan kerja.

• Menjadi penghubung dan menerima informasi dari inspektur HSE.

• Menyelidiki potensi bahaya dan kecelakaan.

Semua tempat kerja yang mempekerjakan lima orang atau lebih harus menampilkan jenis poster seperti contoh yang ditunjukkan pada Gambar 1.2. Untuk meningkatkan promosi langkah-langkah keselamatan dan kesehatan kerja yang memadahi, maka perusahaan harus berkomunikasi dengan perwakilan karyawan bidang keselamatan. Perusahaan yang mempekerjakan lebih dari 20 orang biasanya dapat dibentuk komite keselamatan yang terdiri dari petugas keamanan dan perwakilan karyawan selanjutnya biasanya dinominasikan sebagai serikat pekerja. Petugas keamanan adalah biasanya bekerja waktu penuh dalam peran tersebut. Perusahaan kecil mungkin juga akan mempekerjakan pengawas keamanannya, walaupun sudah memiliki tugas lain dalam perusahaan atau sebagai langkah alternatif mereka bisa bergabung dengan kelompok petugas keselamatan "***safety group*** ". Kelompok keselamatan ini kemudian dapat berbagi biaya (kontribusi) atau pengetahuan (sharing) untuk mempekerjakan seorang penasehat keselamatan atau ***safety officer***. Anggota kelompok seyogyanya saling mengunjungi antar perusahaan secara bergiliran. Seorang karyawan yang menengarahi atau dapat membaca situasi akan terjadinya mara-bahaya harus secepatnya melaporkan kepada petugas perwakilan keamanan setempat. Maka safety group harus menyampaikan informasi



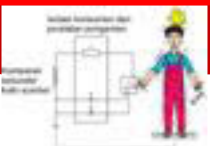
situasi bahaya pada komite keselamatan untuk selanjutnya akan diambil tindakan pencegahan atau penyelamatan. Ini berarti merupakan masukan positip untuk dapat selalu mengubah (mengembangkan) kebijakan perusahaan atau prosedur dalam membuat modifikasi terhadap perangkat K3. Semua tindakan komite keselamatan harus didokumentasikan dan dicatat sebagai bukti bahwa perusahaan menanggapi serius tentang K3. Berikut tugas komite keselamatan kerja:

- Bekerja berdasarkan agenda, harus di distribusikan paling tidak dalam pertemuan komite seminggu sekali.
- Memiliki prosedur baku untuk mengangkat permasalahan yaitu sebelum. pengawas turun tangan menyelesaikan atau tidak dan belum ada hasilnya.
- Mengembangakan sistem untuk mengukur keefektifan dengan:
    1) Mencatat semua masalah yang di angkat.
    2) Menemukan masalah baru yang dapat diangkat pada setiap pertemuan.
    3) Mencatat dalam jumlah pekerjaan yang di selesaikan sejak pertemuan terakhir.
- Meminta penjelasan atas penundaan penyelesaian pekerjaan.
- Menyetujui program-program inspeksi dan meminta laporannya.

Keamanan listrik, aturan kualitas dan kontinuitas

Keamanan listrik, aturan kualitas dan kontinuitas diterbitkan oleh Departemen Perindustrian dan Perdagangan. Instansi ini adalah membuat peraturan perundang-undangan yang diberlakukan sebagai hukum negara. Perundang-undangan dirancang untuk memastikan pasokan energi listrik yang tepat dan aman mulai pembangkitan hingga pada titik terminal beban milik konsumen.

Pernyataan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja sesuai dengan undang-undang keselamatan kerja tahun 1970.



Tujuan perusahaan

Langkah-langkah keselamatan dan kesehatan adalah tujuan bersama bagi semua unsure manajemen perusahaan dan karyawan di semua tingkatan. Perusahaan akan melaksanakan langkah keselamatan dan kesehatan dengan harapan tidak akan menyebabkan risiko bagi anggotanya, karyawan atau masyarakat umum. Untuk tujuan ini perusahaan mengambil kebijakan bahwa tanggung jawab untuk keselamatan dan kesehatan di tempat kerja akan disampaikan pada seluruh karyawan dengan cara seperti yang diuraikan di bawah.

Tanggung jawab perusahaan

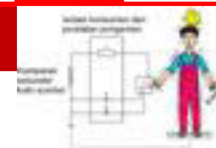
Perusahaan bertanggung jawab untuk mendukung setiap usaha dalam memenuhi kewajiban hukum dibawah keselamatan dan kesehatan kerja dengan memastikan Keselamatan dan Kesehatan Kerja karyawan serta untuk masyarakat umum. Perhatian khusus akan diberlakukan ketentuan sebagai berikut :

- **a.** Peralatan pabrik dan sistem kerjanya yang aman.
- **b.** Aman untuk pengaturan penggunaan , penanganan, penyimpanan dan transportasi bahan dan zat.
- **c.** Informasi yang memadahi, instruksi, pelatihan dan pengawasan untuk memungkinkan semua karyawan diberikan kontribusi positif kepada mereka sendiri tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja di tempat kerja dan untuk menghindari bahaya.
- **d.** Tempat pekerjaan aman dan akses kerja juga aman.
- **e.** Sebuah lingkungan kerja yang sehat.
- **f.** Layanan kesejahteraan yang memadahi.

  Catatan: Harus dibuat acuan manual keselamatan yang tepat .

Tanggung jawab karyawan

Setiap karyawan bertanggung jawab untuk memastikan bahwa pekerjaan yang dilakukan dirinya sendiri dengan cara aman, oleh anggota lain serta masyarakat umum tetap mematuhi nasihat dan petunjuk tentang keselamatan dan kesehatan kerja.



Jika setiap karyawan menganggap bahwa bahaya keselamatan dan kesehatan ada didepannya maka tanggung jawab lain yaitu untuk melaporkan hal tersebut keatasannya atau melalui perwakilan atau orang lain bila memungkinkan.

Tanggung jawab manajemen dan pengawas

Manajemen dan pengawas atau supervisor disemua tingkatan diharapkan menjadi teladan dalam berperilaku aman dengan tetap menjaga kelangsungan keselamatan karyawan, khususnya dengan melakukan cara:

1. Membagi pengetahuan tentang peraturan keselamatan dan kesehatan serta petunjuk praktis yang diperlukan untuk menjamin keselamatan karyawan di tempat kerja,
2. Memperkenalkan peraturan pada karyawan dengan petunjuk praktek tersebut dan memberikan bimbingan tentang hal-hal keselamatan,

3. memastikan bahwa karyawan bertindak atas instruksi dan saran yang diberikan. Peraturan Menteri Tenaga Kerja R.I. No. Per.05/MEN/1996 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. General manager atau yang setara bertanggung jawab atas perusahaan untuk perbaikan atau pelaporan dari setiap bahaya keamanan yang menjadi perhatian mereka.

Konsultasi bersama

Konsultasi bersama mengenai masalah kesehatan dan keselamatan adalah penting. Perusahaan akan memahami stafnya, atau wakil mereka, untuk suatu pengaturan yang memadahi dalam konsultasi bersama melalui langkah-langkah upaya untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan di tempat kerja dan membuat serta memelihara aturan yang dapat memuaskan bagi partisipan atau karyawan yang terlibat dalam pengawasan tindakan tersebut.

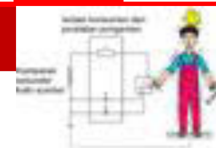
Masing-masing perwakilan perusahaan awalnya dianggap sebagai fungsi dan peran Perwakilan Keselamatan yang digambarkan dalam Kesehatan dan Keselamatan Kerja Undang-Undang. Wakil-wakil saling berbagi tanggung jawab manajerial untuk

dapat memastikan kesehatan dan keselamatan anggota mereka dan bertanggung jawab untuk menjadi perhatian manajemen tentang segala kekurangan di perusahaan terutama tentang masalah kesehatan dan pengaturan keamanan. Perusahaan sejauh ini sudah cukup praktis memberikan perwakilan dengan fasilitas dan pelatihan agar mereka dapat melaksanakan tugas ini.

Peraturan Kerja Listrik (PKL)

Keputusan Direktur Jenderal Pembinaan Hubungan Industrial dan Pengawasan Ketenagakerjaan No.: Kep.311/BW/2002 tentang Sertifikasi Kompetensi Keselamatan dan Kesehatan Kerja Teknisi Listrik dan jika dipadukan dengan undang-undang yang setara (di Inggris) tahun 1990 sebagai pengganti peraturan yang ada sebelumnya tentang listrik (Pabrik Act) peraturan khusus tahun 1944. Peraturan yang dibuat di bawah undang-undang Keselamatan Kerja tahun 1970. Tujuan dari peraturan ini adalah untuk tindakan pencegahan yang harus diambil terhadap risiko kematian atau cedera dalam aktivitas kerja listrik.

Semua sistem harus dibangun sehingga dapat mencegah bahaya dan dijaga dengan baik. Setiap aktivitas kerja wajib mantatai prosedur yang telah ditentukan perusahaan agar tidak menimbulkan bahaya. Dalam hal kerja diarea listrik maka lebih aman bila konduktor dibuat mati atau di-isolasi sebelum pekerjaan dimulai. PKL tidak memberitahu secara rinci bagaimana melaksanakan aktivitas kerja dan memastikan memenuhi persyaratannya, tetapi jika proses yang diajukan individu itu melanggar PKL maka tidak wajib diterima. Untuk membuktikan bahwa semua langkahnya diambil dengan wajar, tekun dan selalu menghindari pelanggaran. Maka kontraktor listrik termasuk yang dapat diharapkan untuk memiliki ketekunan ini, jika instalasi itu dipasang sesuai dengan pemasangan standar PUIL 2000 atau peraturan lain misalnya IEE atau peraturan standar lainnya yang diakui. Namun, kontraktor listrik harus menjadi lebih sadar hukum dalam mengikuti dan menggeluti sebagai praktisi dan ahli listrik. Sebuah kisah nyata di pengadilan Inggris, pembunuhan di **Maidstone Crown Court** pada tahun 1989. Pengadilan memutuskan bahwa seorang tukang listrik telah menyebabkan kematian seorang pria akibat dari



pekerjaan pemasangan instalasi yang buruk pada sebuah sistem pemanas sentral. Dia menerima hukuman percobaan 9 bulan. Kasus ini telah menggambarkan bukti preseden hukum yang penting, dan dimasa depan apapun usahanya atau bisnis profesionalitasnya jika menyebabkan kematian karena kelalaian atau sebab miskin kemampuan kerja akan berhadapan dengan risiko penuntutan dan kemungkinan hukuman penjara.

Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Undang-undang tahun 1970 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja ditindak lanjuti Peraturan Menteri Tenaga Kerja R.I. No. Per.05/MEN/1996 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Tanggung jawab akhirnya berpihak pada direksi dan manajer perusahaan jika mempekerjakan lebih dari lima karyawan dan dapat juga menyelenggarakan secara pribadi tetapi tetap bertanggung jawab atas kegagalan dalam mengontrol keselamatan dan kesehatan kerjanya. Manajemen keselamatan dan kesehatan kerja sesuai peraturan tahun 1996 diatas memberi tahu kita bahwa manajemen harus memeriksa tempat kerja secara sistematis, prosedur kegiatan dan manajemen keselamatan yang pembentukannya melalui proses asesmen risiko. Sebuah catatan sangat menentukan semua penilaian risiko oleh karena itu harus disimpan di tempat yang aman dan disiapkan untuk inspektur HSE, diperlukan sebagai laporan. Informasi ini harus dikomunikasikan setiap saat kepada seluruh staf yang selalu berubah. Jika dalam pola perilaku kerja perlu keteladanan maka untuk kepentingan keamanan direkomendasikan catatan penilaian resiko diletakkan di tempat kerja. Proses penilaian risiko secara rinci dijelaskan pada bab 3.

Risiko yang mungkin memerlukan penilaian formal didunia industri elektroteknik, diantaranya:

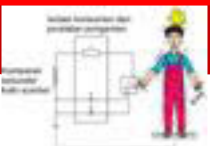
1). Bekerja di ketinggian ;

2). Menggunakan alat-alat listrik listrik ;

3). Benda yang jatuh ;

4). Bekerja ditempat terbatas;

5). Listrik dan cedera pribadi ;



6). Bekerja dengan peralatan atau mesin tetap hidup;

7). Menggunakan peralatan menyewa ;

8). Penanganan manual, mendorong, menarik dan mengangkat;

9). Kondisi lapangan, benda jatuh, debu, cuaca, air, kecelakaan dan cedera.

Dan risiko lain saat bekerja dengan barang dengan spesifikasi khusus maupun tempat aktivitas bekerjanya.

Pengawasan zat berbahaya terhadap kesehatan

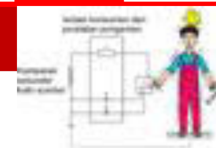
Peraturan **Control of substances hazardous to health** (**COSHH**) diterbitkan pada tahun 1988 dan dipaksakan diterapkan pada Oktober 1989. Modifikasi dan peninjauan kembali diberlakukan pada tahun 1994 dengan beberapa perbaikan, dan modifikasi terbaru tahun 2002. COSHH merupakan kontrol yang menguntungkan bagi masyarakat, adanya sikap berbahaya di tempat kerja. Peraturan mensyaratkan perusahaan harus menilai resiko kesehatan bila bekerja dengan bahan berbahaya. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2001 tentang pengelolaan bahan berbahaya dan beracun adalah petunjuk bagi semua karyawan untuk dipahami dan dilakukan. Pelatihan teknis mempergunakan Alat Pelindung Diri akan mengurangi risiko dan memberikan perlindungan pribadi sehingga karyawan tidak akan membahayakan diri sendiri atau orang lain melalui paparan zat yang berbahaya. Karyawan juga harus tahu bagaimana tentang prosedur pembersihan, penyimpanan dan pembuangan yang aman dan prosedur darurat apa yang harus diikuti. Informasi yang diperlukan harus tersedia untuk siapa saja yang berusaha menerapkan K3 serta bekerja dengan zat berbahaya.

Zat-zat berbahaya meliputi:

1 . Zat yang mengeluarkan asap akan menyebabkan sakit kepala atau pernapasan terganggu atau iritasi;

2 . Perbuatan manusia yang dapat menyebabkan gangguan kulit atau mata iritasi (misalnya: atap, isolasi) ;

3 . Asam yang menyebabkan kulit terbakar dan iritasi pernapasan (misalnya baterai mobil yang mengandung asam sulfat encer);



4 . Pelarut menyebabkan kulit dan pernapasan Iritasi (pelarut yang kuat digunakan untuk semen bersama-sama saluran pipa PVC dan tabung) ;

5 . Asap dan gas yang menyebabkan sesak napas (pembakaran PVC mengeluarkan racun asap) ;

6 . Semen dan debu kayu menyebabkan masalah pernapasan dan mata iritasi ;

7 . Asbes, meskipun pasokan dan penggunaannya paling mudah bahan asbes berbahaya dan sekarang dilarang, jumlah asbes secara besar-besaran dipasang antara tahun 1950 hingga tahun 1980 pada industri konstruksi dan hingga kini masih banyak yang berlangsung sampai hari ini. Dalam amandemen terbaru mereka, COSHH fokus hanya untuk memberikan nasehat dan bimbingan serta membangun pemahaman agar para kontraktor memperhatikan keamanan dan mengontrol penggunaan produk asbes. Dimana perusahaan menyediakan APD relevan, maka karyawan berkewajiban menggunakan dan menjaga keselamatan diri dan juga lingkungannya.

Regulasi Penyediaan dan Penggunaan Peralatan Kerja

Peraturan ini membenahi sejumlah persyaratan yang sudah ada, peraturan Keselamatan kerja mencakup K3, toko dan perkereta apian. Penyediaan dan Penggunaan Peralatan Kerja adalah peraturan umum ditempat kerja atau tempat kegiatan dimana perusahaan berkewajiban memastikan persyaratan minimum di perusahaan dan penggunaan peralatannya harus memenuhi yang dipersyaratkan. Jika perusahaan telah membeli peralatan berkualitas baik dan lengkap serta terpelihara dengan baik, maka sesungguhnya hanya tinggal sedikit lagi yang harus dilakukan. Beberapa peralatan yang sudah tua perlu dimodifikasi agar memenuhi persyaratan dalam pemakaiannya. Jika dikehendaki memenuhi modernisasi standar yang dibutuhkan, ekstraksi debu, ekstraksi uap atau kebisingan, tetapi tidak ada peraturan yang mewajibkan persyaratan penilaian ini, karena hanya kondisi umumnya yang dibutuhkan oleh peraturan manajemen dan inipun sudah dibahas sebelumnya.

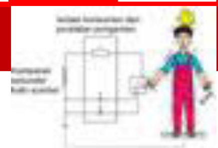
Konstruksi (Kesehatan, Keselamatan dan Kesejahteraan)

Kontraktor listrik merupakan bagian dari tim konstruksi, posisi biasanya sebagai sub-kontraktor, dan karena itu, terutama peraturan ditujukan pada industri konstruksi dalam menyikapi prosedur kerja sehari-hari diliingkungan listrik. Bagian terakhir yang paling penting dari undang-undang ini yaitu aturan jasa konstruksi. Sifat dan perilaku (anggapan) saat proses mengerjakan konstruksi popular dengan istilah "*sementara*" membuat mereka jerat diri sendiri dan paling berbahaya bekerja dilapangan. Peraturan ini dibuat di bawah peraturan K3 dan dirancang khusus untuk digunakan promosi keselamatan bekerja di industri konstruksi. Pekerjaan konstruksi yaitu didefinisikan setiap atau beberapa bangunan atau pekerjaan teknik sipil mencakup konstruksi, perakitan, perubahan, konversi, perbaikan, pemeliharaan, pemeliharaan atau pembongkaran struktur.

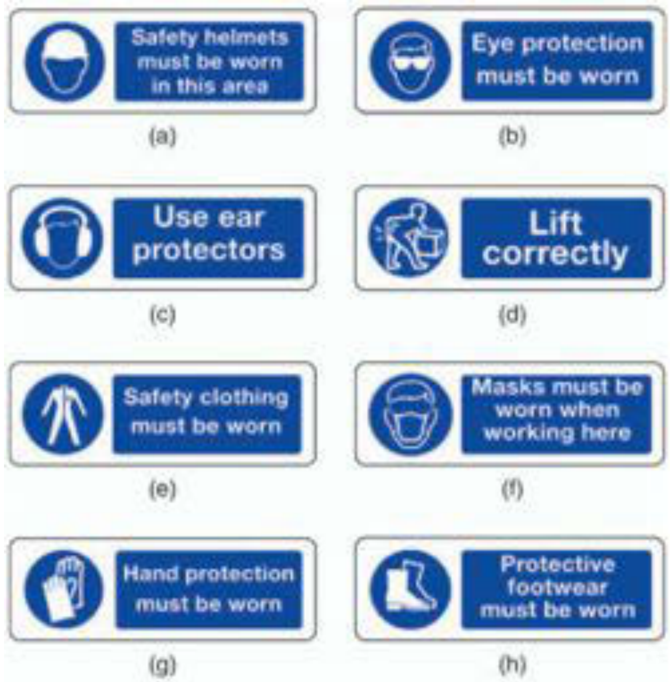
Ketentuan umum menetapkan standar minimum untuk mempromosikan tingkat keselamatan yang baik dilokasi atau dilapangan. Ketentuan umum mensyaratkan standar minimum K3 dilapangan. Dipersyaratan skedul rinci untuk membatasi bekerja yang aman di lokasi, tangga, tindakan darurat, pencahayaan dan fasilitas kesejahteraan. Fasilitas kesejahteraan menetapkan ketentuan minimum untuk akomodasi dilapangan: fasilitas mencuci, kenyamanan sanitasi dan pakaian kerja (pengaman). Sekarang, semua yang akan bertugas atau bekerja di lokasi konstruksi perlengkapannya telah disediakan lengkap terutama peralatan perlindungan kepala, dengan demikian pekerjaan listrik termasuk ada didalamnya tetapi sebagai sub-kontraktor.

Personal Protective Equipment (PPE) atau Alat Pelindung Diri (APD)

APD adalah semua peralatan yang dirancang untuk dipakai, atau dimiliki untuk melindungi terhadap resiko keselamatan dan kesehatan kerja. Termasuk sebagian besar jenis pakaian pelindung, kacamata pelindung mata, kaki dan kepala, pelindung rambut, jaket dan pakaian dengan visibilitas tinggi. Sesuai regulasi K3, pengusaha harus menyediakan APD gratis dari biaya apapun

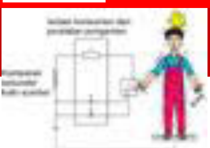


dan karyawan harus memakainya sesuai dengan prosedur dan tepat. Tanda-tanda peringatan keamanan ditunjukkan pada Gambar 1.3. Adalah tanda peringatan dari beberapa jenis APD yang digunakan di tempat khusus. Bagian tubuh yang rentan membutuhkan perlindungan diantaranya adalah kepala, mata, telinga, paru-paru, dada, tangan dan kaki dan sebagai tambahan yang perlu dipertimbangkan yaitu perlindungan kemungkinan jatuh.



Gambar 1.3.: Beberapa APD

Benda yang jatuh dari ketinggian merepresentasikan bahaya besar terhadap kepala, maka pelindung kepala harus disediakan. Bahaya lainnya adalah benturan terhadap kepala dan rambut yang terjerat pada mesin yang bergerak atau berputar. Metode perlindungan khusus diantaranya: helm dan hairnet. Mata sangat rentan terhadap cipratan cairan, partikel dan cahaya emisi seperti sinar ultraviolet, busur listrik dan laser. Jenis pelindung mata termasuk kacamata keselamatan, kacamata pengaman dan pelindung wajah. Monitor berbasis workstation semakin banyak digunakan oleh industri dan bidang komersial dengan berbagai tipe orang. Bekerja dengan VDU (visual unit display) dapat menyebabkan ketegangan mata dan

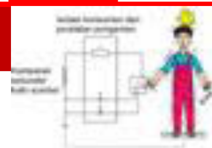


kelelahan, dan karena itu, ini bahaya. Artimya pengoperasian VDU akan mengalami gangguan. Kebisingan mesin telah diterima sebagai masalah besar disebagian industri tetapi yang mengejutkan adalah legislasi menyangkut kontrol noise sangat sedikit dalam membahas tantangan ini. Orang yang bekerja diwilayah kebisingan batas maksimum terus-menerus dibatasi dibawah angka 85 dB sedang setiap hari direkomendasikan bekerja hanya 8 jam.

Mungkin kebisingan didefinisikan sebagai suara atau suara tidak menyenangkan atau tidak diinginkan, umumnya bersifat acak, yang memiliki definisi frekuensi tidak jelas. Biasanya dasar untuk mengukur kebisingan level suara adalah skala desibel. Apakah suara tingkat tertentu berbahaya atau tidak tergantung juga pada panjang durasi. Ini adalah dasar dari batas yang direkomendasikan secara luas 85 dB, berlangsung terus-menerus terhadap kebisingan selama 8 jam per hari.

Sebuah puncak tekanan suara di atas 200 pascal atau sekitar 120 dB tidak dapat diterima dan kebisingan 130 dB adalah ambang nyeri bagi manusia. Jika seseorang posisi dekat harus berteriak pada jarak 2 m, latar belakang kebisingan adalah sekitar 85 dB. Jika jaraknya hanya 1 m, tingkat kebisingan sekitar 90 dB. Kebisingan terus-menerus di tempat kerja dapat menyebabkan tuli, orang menjadi mudah sensitive, tersinggung, merusak konsentrasi, menyebabkan kelelahan dan akhirnya celaka saat bekerja diwilayah rawan. Dimungkinkan dapat memakai masker suara (untuk menutupi telinga) tetap bekerja efisien dan aman.

Dimungkinkan rekayasa untuk keluar dari beberapa kebisingan, misalnya dengan meletakan generator di sebuah bangunan kedap suara dan terpisah. Atau, mungkin rolling pekerjaan untuk beberapa karyawan, menata ulang untuk lokasi kerja atau menyediakan perlindungan akustik. Di mana-mana individu harus mengenakan perlindungan kebisingan di tempat kerja, karena kebisingan dapat dikurangi dengan pelindung telinga. Pelindung telinga colokan atau sarung telinga dapat digunakan kembali. Yang dipilih sebagai pelindung telinga harus disesuaikan dengan pengguna dan apakah cocok untuk jenis kebisingannya. Individu atau personel harus dilatih cara penggunaan yang benar. Menghirup udara yang bersih adalah hak setiap individu, terutama di tempat kerja. Beberapa proses industri menghasilkan debu yang mungkin membahayakan secara serius. Asbestosis adalah penyakit paru-paru



disebabkan oleh menghirup debu asbes atau partikel dan debu batu bara penyakit pneumo-coniosis yang banyak diderita oleh para penambang batu bara dan akhirnya menyadarkan orang bahwa bernapas didaerah udara yang terkontaminasi sangat tidak sehat dan berbahaya.

Beberapa orang mungkin terbukti menjadi alergi terhadap produk debu industri makanan atau debu kayu dalam industri konstruksi . Efek utama menghirup debu adalah penurunan fungsi paru. Hal ini dapat dihindari dengan memakai masker yang sesuai, atau respirator alat bantu pernapasan seperti yang direkomendasikan oleh kebijakan perusahaan tentang keselamatan dan kesehatan serta ditunjukkannya tanda-tanda peringatan keselamatan lokal.Tubuh seorang pekerja mungkin perlu perlindungan terhadap panas atau dingin, cuaca buruk, zat kimia, percikan logam serta dampak atau penetrasi debu yang terkontaminasi. Atau, mungkin baju pekerja sendiri menyebabkan risiko kontaminasi produk, seperti dalam industri makanan. Pakaian yang akan direkomendasikan dalam perusahaan sesuai dengan kebijakan keselamatan dan kesehatan.

Biasanya pakaian dan pakaian kerja yang disediakan untuk tujuan kebersihan makanan tidak termasuk dalam Alat Pelindung Diri. Tangan dan kaki mungkin membutuhkan perlindungan dari abrasi, suhu ekstrem, luka dan tusukan, benturan atau infeksi kulit. Sarung tangan akan memberikan perlindungan besar pada proses produk industri, tetapi tidak harus dipakai saat mengoperasikan mesin karena mereka bisa menjadi terjerat di dalamnya. Memilih perawatan perangkat pelindung yang sesuai diperlukan, misalnya, penghalang krim hanya memberikan perlindungan yang terbatas terhadap infeksi.

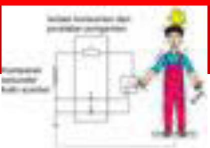
Coba ini

APD:

Buatlah daftar dari setiap APD yang telah digunakan di tempat kerja .

Perlindungan apa saja masing-masing APD tersebut ?

Definisi menurut undang-undang hukum dan peraturan yang ditulis kembali dalam kerangka hukum.



Safety first

Tanda Keselamatan

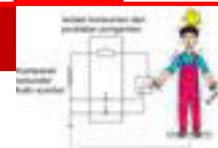
a. Selalu ikuti petunjuk tanda-tanda keselamatan di tempat bekerja.
b. Ini akan membantu untuk membuat aman.

Boots atau sepatu dengan kaki topi built-in dapat memberikan perlindungan terhadap dampak atau benda yang jatuh dan, ketika dipersiapkan pelat tunggal baja ringan, juga dapat memberikan perlindungan penetrasi dari benda tajam melalui sol sepatu. Khusus sol tahan slip juga dapat diberikan untuk karyawan yang bekerja di daerah basah.

Apapun bahaya terhadap K3, majikan harus mampu mendemonstrasikan bahwa ia telah melakukan analisis risiko, membuat rekomendasi untuk mengurangi risiko dan mengkomunikasikan rekomendasi kepada semua mitra kerja. Dimana kebutuhan APD diajukan sebagai tindakan usaha mencegah cedera pribadi dan untuk dapat menciptakan lingkungan kerja yang aman, majikan harus menyediakan peralatan dan pelatihan yang diperlukan yang mungkin diperlukan. Karyawan harus tetap memanfaatkan secara serius dan tepat pada pelatihan peralatan tersebut. Peraturan non-reguler yang ditulis dalam kerangka penegakan hukum, beberapa hal benar-benar memberitahu kita bagaimana mematuhi hukum sehari hari.

Peraturan non-hukum

Peraturan reguler (perundang-undangan) dan regulasi ditulis dalam kerangka kerja yang syah, beberapa hal tidak sertamerta dinyatakan bagaimana menjalankan peraturan dalam kesehariannya. Peraturan non perundang-undangan dan kode praktis penafsiran peraturan memberitahu kita bagaimana kita dapat mematuhi hukum. Telah mereka tulis untuk setiap spesifikasi bagian industri, situasi nyata perdagangan yang memungkinkan semua orang mematuhi atau mematuhi hukum tertulis. Ketika K3 listrik menyuruh kita memastikan bahwa semua sistem yang dibangun untuk mencegah bahaya mereka tidak memberitahu kita bagaimana untuk



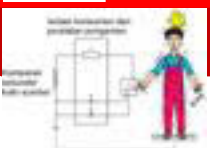
benar-benar melakukan hal ini dalam situasi khusus. Namun, Peraturan IEE juga memberitahu kita dengan tepat bagaimana cara melaksanakan pekerjaan bidang elektroteknik yang aman dan memenuhi persyaratan perundang-undangan K3. IEE pada halaman 114, menyatakan Peraturan non-hukum bagaimanapun adanya memungkinkan digunakan pada pengadilan hukum. Sebagai bukti klaim kepatuhan dengan persyaratan hukum. Jika pekerjaan elektroteknik memenuhi persyaratan IEE, PUIL 2000 atau peraturan lain yang berlaku, maka telah memenuhi persyaratan dari Electricity at Work Regulation (EWR) . Selama bertahun-tahun, peraturan non-hukum dan tafsirannya telah membangun praktek sebelumnya dengan baik dalam menanggapi perubahan dan membawa keperubahan edisi baru dari berbagai peraturan dan tafsirannya untuk memenuhi perubahan kebutuhan industri dan perdagangan.

Sekarang kita akan melihat salah satu regulasi non-hukum, apa yang kadang-kadang disebut dengan peraturan listrik itu?.

Satu paket paling penting dari peraturan yaitu seseorang yang bekerja di industri elektroteknik harus memenuhi persyaratan instalasi listrik seperti peraturan IEE Wiring Edition 17, yaitu untuk instalasi listrik BS 7671 : 2008 untuk standar Inggris.

Peraturan IEE adalah peraturan non-hukum.

Terutama berkaitan dengan disain, pemilihan, pemasangan, inspeksi dan uji instalasi listrik, baik permanen atau sementara. Bangunan pada umumnya dan bangunan khusus pertanian hortikultura, konstruksi dilapangan, karavan dan lokasinya. Pada satu pasal Electric Work Regulation disebutkan: Peraturan Pengkabelan IEE adalah kode praktisnya telah diakui dan diterima di Inggris dan mereka banyak yang memenuhi aspek yang sesuai dengan aspek yang relevan dengan yang dipersyaratkan EWR. Peraturan Pengkabelan IEE adalah Standar nasional di Inggris dan berlaku untuk instalasi pada tegangan sampai dengan 1000 V a.c. Ketentuan ini tidak berlaku untuk listrik instalasi di tambang dan penggalian, di mana diberlakukan peraturan khusus karena kondisi buruk yang dialami di sana. Alasan utama menggabungkan Peraturan Pengkabelan IEE di Inggris adalah untuk menciptakan harmonisasi dengan standar yang berlaku di Eropa. Peraturan IEE



secara teknis mempertimbangkan aturan yang terkandung pada standar Eropa CENELEC, selanjutnya menyesuaikan dengan IEC sebagai standar international.

Definisi

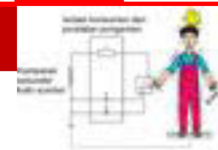
Peraturan non-reguler dan tafsir pasalnya memberitahu bagaimana kita bisa memenuhi persyaratan hukum.

Tujuan dalam mengharmonisasikan standar Inggris dengan standar Eropa adalah untuk membantu mengembangkan penyelenggaraan ekonomi pasar tunggal Eropa sehingga tidak ada perdagangan yang terhadang untuk barang dan jasa listrik di wilayah ekonomi Eropa, termasuk dari Inggris.

Bantuan untuk teknisi kelistrikan

Untuk membantu teknisi kelistrikan dalam memahami tentang sejumlah peraturan dengan beberapa pedoman yang telah diterbitkan. Catatan panduan terdiri dari delapan hal yang relevan adalah:

a. Pemilihan dan pemasangan
b. Isolasi dan Switsing
c. Pemeriksaan dan Pengujian
d. Proteksi terhadap Kebakaran
e. Perlindungan terhadap sengatan listrik
f. Perlindungan terhadap arus
g. Lokasi khusus
h. Ikatan (bonding) dan pentanahan



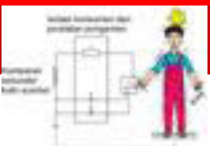
Tanggung jawab K3

Kita lihat sekarang peraturan perundang-undangan dan non-hukum telah dipengaruhi oleh kondisi industri elektroteknik. Jadi, siapakah yang memiliki tanggung jawab bagi peraturan K3? Pada tahun 1970, sebuah Royal Commission didirikan untuk melihat K3 karyawan di tempat kerja. Para pendahulu menyimpulkan bahwa penyebab utama kecelakaan di tempat kerja adalah sikap apatis daripada kedua bagian yaitu pengusaha dan karyawan. K3 Act disahkan tahun 1974 sebagai hasil dari rekomendasi yang dibuat oleh Royal Commission dan , oleh karena itu, undang-undang menempatkan tanggung jawab hukum untuk keselamatan di tempat kerja pada keduanya. Berikut akan dijelaskan kewajiban yang harus dipenuhi oleh keduanya.

Peraturan IEE
a.Mereka adalah Standar Nasional Inggris untuk semua pekerjaan listrik.
b.Ini adalahkitab listrik.
c. Mematuhi Peraturan IEE dan Peraturan Perundang-undangannya

Untuk memenuhi persyaratan khusus, perusahaan harus:
a. Menyediakan fasilitas Kesehatan dan Pernyataan Kebijakan Keamanan jika mempunyai lima atau lebih karyawan.
b. Mengasuransikan karyawan
c. Melaporkan cedera tertentu, penyakit dan kejadian berbahaya pada pemegang otoritas (wilayah K3)

d. Menyediakan cukup fasilitas bantuan, sperti tabel 1.1.
e. Menyediakan APD ;
f. Memberikan informasi kepastian pelatihan dan pengawasan untuk staf K3;
g. Menyediakan fasilitas kesejahteraan yang memadai ;
h. Menempatkan tindakan pencegahan yang memadai terhadap



i. Menyediakan sarana melarikan diri dan sarana pemadam kebakaran ;

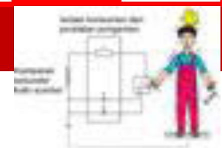
j. Memastikan pabrik dan mesin aman dan sistem operasi aman;

k. Memastikan artikel dan zat dipindah, disimpan dan digunakan dengan aman ;

Tabel 1.1:

Usulan jumlah personil pertolongan pertama

Kategori resiko	Jumlah person pada setiap lokasi	Jumlah yang disarankan (jumlah person bantuan darurat)
Resiko ringan **misalnya:** **toko-toko,** **kantor, perpustakaan**	Kurang dari 50 50-100 Lebih dari 100	Setidaknya satu person ditunjuk Setidaknya satu penolong utama Satu tambahan penolong utama untuk setiap 100 person dipekerjakan
Risiko menengah **misalnya:** **pekerjaan perakitan,** **pengolahan makanan,** **pergudangan**	Kurang dari 20 20- 100 Lebih dari 100	Setidaknya satu person ditunjuk Setidaknya satu penolong utama untuk setiap 50 person dipekerjakan Satu tambahan penolong utama untuk setiap 100 orang dipekerjakan
risiko tinggi **misalnya:** **Trbanyak konstruksi,** **pemotongan hewan,** **kimia produksi,** **pekerjaan yang luas dengan**	Kurang dari lima 5- 50 Lebih dari 50	Setidaknya satu person ditunjuk Setidaknya satu penolong



mesin berbahaya atau alat tajam		utama Satu tambahan penolong utama untuk setiap 50 dipekerjakan

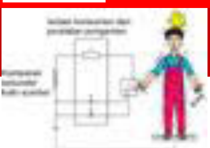
Tabel 1.2:
Isi kotak pertolongan

Item	Jumlah personil				
	1-5	6-10	11-50	51-100	101-150
Kartu Pedoman umum bantuan darurat	1	1	1	1	1
Dimana air keran tidak tersedia, air steril atau normal saline steril dalam wadah sekali pakai (masing-masing memegang minimal 300 ml) harus disimpan di dekat kotak pertolongan pertama. Jumlah minimum berikut harus disimpan:					

I. Membuat tempat kerja yang aman dan tanpa resiko bagi kesehatan dengan menjaga debu, asap dan kebisingan di bawah kontrol.

Dalam kewajibannya, karyawan harus:
a. Mengambil langkah K3 yang sewajar dirinya sendiri dan orang lain yang mungkin akan terpengaruh oleh apa yang ia lakukan;
b. Bekerja sama dengan perusahaan pada isu-isu kesehatan dan keselamatan dengan tidak
mengganggu atau menyalahgunakan apa yang disediakan untuk K3.

c.Melaporkan masalah K3 di tempat kerja pada atasannya langsung, supervisor atau manajer.



Hak dan tanggung jawab pekerja

Sebagai karyawan pada sebuah industri elektroteknik siapapun akan dipekerjakan oleh perusahaan dan menerima upah mingguan atau bulanan, yang akan tergantung pada usia dan kelas yang disepakati oleh serikat buruh atau mungkin peraturan lain yang mengikat.

Kita telah melihat pada awal bab ini bahwa ada banyak aturan dan peraturan yang menjadi kewajiban yang harus dipatuhi oleh pengusaha untuk memfasilitasi tempat kerja yang sehat dan aman. Ada juga tanggung jawab yang berlaku untuk anggota, sebagai karyawan (atau pekerja) dalam industri elektroteknik, dalam rangka membantu manajemen untuk mematuhi hukum. Misal, sebagai karyawan semuanya harus:

a. Mematuhi semua permintaan yang sah dan wajar ;

b. Berperilaku dengan cara yang bijaksana dan bertanggung jawab di tempat kerja ;

c. Bekerja dengan perawatan dan keterampilan yang wajar.

Sedangkan sebagai pengusaha dalam mematuhi peraturan harus melakukan:

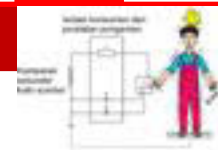
a. berhati-hati menjaga keselamatan diri;

b. tidak meminta melakukan sesuatu yang melanggar hukum atau tidak masuk akal ;

c. membayar upah yang disepakati ;

d. tidak mengubah kontrak kerja tanpa persetujuan keduanya.

Sebagian besar hal-hal lain yang dapat diharapkan dari karywan adalah hal-hal seperti disiplin, ketepatan waktu, keandalan dan kerja keras. Sungguh, hanya akal sehat hal-hal seperti kesopanan akan membantu siapapun untuk mendapatkan tempat kerja. Jika karyawan memiliki masalah yang berkaitan dengan hak-hak kerjanya, semua harus dibicarakannya melalui supervisor atau wakil serikat buruh di tempat kerja.

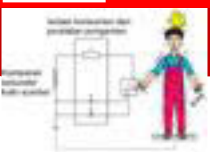


Upah dan pajak

Ketika mulai bekerja karyawan akan dibayar baik mingguan atau bulanan. Hal ini cukup umum bahwa bekerja seminggu upah akan diterima ditangan jika sistem pembayaran yang diberlakukan mingguan, yang berarti bahwa karyawan akan dibayar tiap minggu.

Ketika meninggalkan pekerjaan atau keluar, jika telah bekerja seminggu hak tetap menjadi miliknya. Setiap karyawan berhak untuk menerima slip pembayaran bersama dengan upah yang diterimanya, yang harus ditunjukkan betapa karyawan telah mendapatkan upah bruto (gross), berapa banyak yang telah diambil untuk pajak dan asuransi dan akhirnya berapakah upah take home pay diterima bersih (net).
Jika karyawan tidak diberi slip dan memintanya, itu adalah hak hukum dan mungkin diperlukan untuk menunjukkan slip gaji sebagai bukti pendapatankaryawan. Jaga slip gaji pada tempat yang aman, suatu saat bila dibutuhkan untuk suatu control kepentingan lain.

Kita semua membayar pajak atas uang yang kita peroleh (pajak penghasilan). Pemerintah atau perusahaan menggunakan pajak untuk membayar layanan seperti kesehatan, pendidikan, pertahanan, keamanan sosial dan pensiun. Kita semua diperbolehkan untuk mendapatkan sejumlah kecil uang pajak gratis setiap tahun (di Inggris) dan ini disebut tunjangan pribadi. Misalnya, jika pada suatu waktu ingin membeli bangunan perumahan akan dimintai bukti penghasilan, bukti diminta ditunjukkan. Ketika meninggalkan pekerjaan tertentu karyawan harus memperoleh sesuatu dari perusahaan (sesuai dengan kesepakatan atau persyaratan perundangan yang berlaku). Pada awal pekerjaan yang baru data dibutuhkan oleh perusahaan baru dan akan dipastikan bahwa karyawan baru tidak membayar pajak awal lagi yang terlalu banyak.



Jam kerja

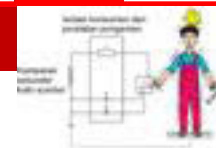
Karyawan tidak bisa dipaksa untuk bekerja lebih dari 48 jam setiap minggu di rata-rata usia, dan 40 jam untuk umur pengalaman16 atau 18 tahun. Karyawan juga harus memiliki 12 jam istirahat tanpa gangguan dari pekerjaan setiap hari. Pekerja yang lebih tua, yang diperlukan untuk bekerja untuk lebih dari 6 jam terus menerus, berhak untuk istirahat istirahat 20 menit, yang akan diambil dalam 6 jam, dan harus memiliki 11 jam istirahat tanpa gangguan dari pekerjaan setiap hari. Jika karyawan berpikir tidak mendapatkan jumlah istirahat yang benar, berbicaralah dengan supervisor atau perwakilan serikat buruh.

Penyakit

Jika sakit dan tidak bisa pergi bekerja, karyawan harus menghubungi perusahaan atau supervisor sesegera mungkin pada hari pertama sakit. Ketika nanti kembali bekerja, jika telah sakit hingga 7 hari, maka harus mengisi data sebagai dokumentasi. Setelah 7 hari sakit dibutuhkan sertifikasi medis dari dokter dan harus mengirimkannya untuk bekerja secepat seperti biasa. Jika sakit selama 4 hari atau lebih perusahaan harus membayar kewajiban membayar sakit (SSP), yang dapat dibayar hingga 28 minggu. Jika sakit setelah 28 minggu karyawan dapat mengklaim ketidak mampuan keuangan. Untuk mengklaim ini karyawan akan memerlukan bentuk dari perusahaan atau Jaminan Sosial. Jika memiliki masalah penyakit, berbicara dengan atasan atau seseorang di tempat kerja yang dipercaya, atau telepon lokal Jaminan Sosial Dari kecelakaan.

Kecelakaan

Perusahaan bertugas untuk melindungi kesehatan dan keselamatan dan kesejahteraan karyawan, jadi jika mengalami kecelakaan di tempat kerja, betapapun



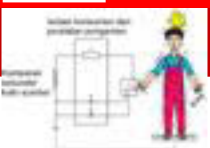
kecilnya, harus menginformasikan pada atasan, tim K3 perusahaan atau meminta bantuan orang. Pastikan bahwa rincian dicatat dalam kecelakaan buku bantuan darurat. Kegagalan untuk melakukannya dapat mempengaruhi kompensasi jika kecelakaan itu terbukti lebih serius dari yang dipikir.

Selalu berhati-hati, menggunakan akal sehat dan mengikuti instruksi. Jika ragu, meminta seseorang. Sebuah kecelakaan sederhana mungkin akan mengganggu kegemaran bermain atau olahraga favorit untuk jangka waktu yang cukup lama. **Liburan**. Sebagian besar karyawan berhak untuk setidaknya 4 minggu libur dibayar setiap tahun. Hak untuk libur dibayar membangun setiap bulan, sehingga sebulan setelah memulai pekerjaan karyawan berhak untuk seperduabelas dari total hak liburannya. Setelah 2 bulan menjadi dua duakalinya dan seterusnya. Tanyakan pada supervisor atau person yang kompeten dengan baik yang membuat upah untuk menjelaskan hak liburan kepada semua karyawan.

Masalah di tempat kerja

Hal ini tidak biasa terjadi bahkan sulit untuk difahami di saat pekerjaan baru dimulai. Berubahlah, berikan waktu dan hal-hal yang cenderung seperti air mengalir. Sebagai orang baru mungkin bisa mendapatkan pekerjaan yang tidak menarik atau bahkan barang basi, tapi kadang-kadang, tugas yang menarik, ini adalah satu-satunya pekerjaan yang dapat dilakukan untuk saat ini ditempat yang baru. Di beberapa perusahaan kemungkinan ada budaya menggoda satu dengan lainnya, mungkin kita tanggapi OK saja, jika semua orang diperlakukan sama, tapi tidak begitu adil jika selalu hanya satu digoda. Jika ini terjadi, tunggu apakah kejadian ini akan berhenti setelah beberapa saat, jika tidak, berbicara dengan seseorang tentang hal itu untuk mencari pemecahannya. Jangan mudah menyerahkan tugas tanpa berusaha membereskan masalah.

Jika karyawan merasa bahwa ia sedang didiskriminasikan atau dilecehkan karena ras , jenis kelamin atau suatu kecacatan, kemudian berbicara dengan atasan,



supervisor atau seseorang yang dipercaya di tempat kerja. Ada perundang-undangan tentang diskriminasi yang diberlakukan.

Anda dapat bergabung dengan serikat pekerja ketika berumur 16 tahun atau lebih. Serikat buruh bekerja mengajukan penawaran yang adil bagi anggotanya. Jika bergabung dengan serikat pekerja akan ada langganan untuk membayar kontribusi pada organisasi. Ini sering berkurang atau sus -pended selama masa pelatihan. Sebagai anggota dari Serikat Pekerja karyawan bisa mendapatkan saran dan dukungan dari mereka. Jika ada masalah apapun di pekerjaan, karyawan dapat meminta dukungan dari serikat. Namun, karyawan tidak bisa mendapatkan dukungan pelabuhan kecuali ia keluar sebgai anggota.

Pengunduran Diri / pemberhentian

Sebagian besar pengusaha ingin memiliki catatan pengunduran diri atau pemberitahuan secara tertulis. Kontrak Kerja memberitahukan beberapa banyak harapan. Pemberitahuan minimal harus diberikan 1 minggu sebelumnya. Namun, jika ternyata kontrak menyatakan diperpanjang, maka itulah harap.

Jika telah bekerja selama 1 bulan atau lebih, tetapi kurang dari 2 tahun karyawan berhak atas 1 minggu pemberitahuan. Jika telah bekerja selama 2 tahun berhak 2 minggu dan seminggu lebih lanjut untuk setiap tambahan tahun kerja (dengan majikan yang sama) hingga 12 minggu untuk 12 tahun pelayanan.

Jika diberhentikan atau dipecat karyawan berhak untuk periode yang sama. Namun, jika karyawan melakukan sesuatu yang sangat serius, seperti mencuri atau memukul seseorang, perusahaan dapat memecat karyawan tanpa pemberitahuan. Karyawan juga bisa diberhentikan jika sering terlambat atau perilaku tidak sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan. Karyawan harus memiliki peringatan lisan atau tertulis sebelum diberhentikan. Jika ada 20 atau lebih karyawan di tempat kerja maka harus ada prosedur disiplin tertulisyang harus diikuti. Jika mendapatkan peringatan, maka mungkin karyawan ingin memperbaiki perilaku pada kesempatan kedua.

Jika telah bekerja selama 1 tahun atau lebih, karyawan dapat mengeluh kepada departemen Ketenagakerjaan jika merasa tidak adil diberhentikan. Jika karyawan tidak diberi pekerjaan untuk panjang waktu, maka harus berbicara dengan supervisor atau serikat pekerja. Karyawan tidak ingin mengakhiri bagian ini dengan cara yang negatif,mendiskusikan tentang permasalahan di tempat kerja, jadi biar dinyatakan bahwa setiap tahun lebih dari ribuan orang muda berada sebagai karyawan di industri kontraktor listrik dan sangat sedikit dari mereka yang memiliki masalah. Masalah kecil yang mungkin timbul, karena perubahan budaya, sikap harus berubah seharian penuh waktu hanya untuk kerja sangat berbeda dengan saat sekolah, masalah ini biasanya dapat diselesaikan dengan pelatihan kesabaran atau atau pengarahan dari supervisor. Sebagian besar karyawan dengan bergairah berusaha memenuhi syarat sebagai pekerja trampil dan menikmati dan bergaji dan berkarir penuh di industri elektroteknik.

Rambu keselamatan

Aturan dan peraturan dilingkungan kerja dikomunikasikan kepada semua karyawan dengan instruksi tertulis, tanda-tanda atau rambu dan simbol. Semua tanda-tanda dilingkungan kerja dimaksudkan untuk menginformasikan, megedukasi karyawan. Mereka harus memberikan peringatan dari kemungkinan bahaya dan harus dipatuhi. Pertama terdapat banyak perbedaan tanda-tanda keselamatan, tetapi menurut British Standard BS 5499 Part 1 dan K3 telah diperkenalkan sistem standar yang memberikan informasi K3 dengan penggunaan minimum kata-kata. Tujuan dari peraturan ini adalah untuk menetapkan secara internasional mudah dimengerti tanda-tanda keselamatan, warna yang menarik perhatian, peralatan dan situasi yang harus dilakukan karena dapat mempengaruhi K3. Kalau rambu hanya teks atau tanda-tanda keselamatan menjadi tidak syah sejak tanggal 24 Desember 1998. Dari tanggal tersebut, semua tanda-tanda keselamatan harus mengandung pictogram atau simbol seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.4. Rambu digolongkan ke dalam empat kategori: kegiatan yang dilarang; peringatan, petunjuk dan kondisi yang aman.



Gambar 1.4.: Rambu “Tulisan” tidak operasional (tanda X).

Rambu larangan

Ini tidak harus melakukan tanda-tanda. Ini adalah tanda-tanda putih melingkar dengan merah border dan palang merah -bar , dan diberikan pada Gambar 1.5 . Mereka menunjukkan suatu kegiatanyang harus tidak bisa dilakukan .



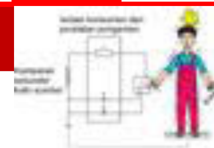
Gambar 1.5.: Rambu larangan

Rambu peringatan

Ini memberikan informasi keselamatan. Ini adalah tanda-tanda kuning segitiga dengan perbatasan hitam dan simbol, dan diberikan pada Gambar 1.6. merekamemberikan peringatan dari bahaya atau bahaya.



Gambar 1.6.: Rambu larangan



Rambu kewajiban

Rambu kewajiban atau keharusan ini adalah harus melakukan tanda-tanda.Ini adalah tanda-tanda biru melingkar dengan simbol putih,dan diberikan pada Gambar. 1.7. mereka memberikan instruksi yang harus dipatuhi.



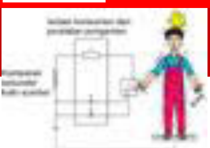
Gambar 1.7.: Rambu kewajiban

Rambu petunjuk

Ini memberikan informasi keselamatan. Ini adalah tanda-tanda hijau persegi atau persegi panjang dengan simbol putih, dan diberikan pada Gambar 1.8. mereka memberikan informasi tentang penyediaan keamanan.



Gambar 1.8.: Rambu petunjuk



Kecelakaan saat kerja

Meskipun undang-undang baru informasi selalu disebarluaskan, pendidikan dan pelatihan, kecelakaan kerja yang masih terjadi hingga saat ini. Kecelakaan mungkin dijumpai akibat kejadian yang tidak terkontrol menyebabkan cedera atau kerusakan pada individu atau properti. Sebuah kecelakaan hampir selalu dapat dihindari jika prosedur benar dan metode bekerja diikuti. Setiap kecelakaan dapat mengakibatkan absen kerja selama lebih dari 3 hari, timbul cedera atau akhirnya kematian, adalah sebagai catatan HSE. Ada lebih dari 40.000 terjadi kecelakaan yang dilaporkan ke HSE, dalam laporannya, setiap tahun beberapa aktivitas kegiatan terutama berhubungan dengan pekerjaan konstruksi bangunan memiliki catatan kecelakan terbanyak. Langkah menghidari atau menjaga kecelakaan, karyawan harus:

1. mengikuti semua prosedur keselamatan (tanda-tanda keselamatan ketika mengisolasi sumber tegangan);
2. tidak menyalahgunakan atau mengganggu peralatan yang disediakan untuk kesehatan dan keselamatan;
3. berpakaian dengan cocok untuk kerja dan menggunakan APD yang sesuai;
4. berperilaku tepat dan dengan hati-hati;
5. menghindari antusias yang berlebihan dan tindakan kebodohan;
6. tetap waspada dan menghindari kelelahan;
7. tidak menggunakan alkohol atau obat-obatan di tempat kerja;
8. bekerja sesuai tingkat kompetensi;
9. mengikuti pelatihan keselamatan dan membaca literatur keselamatan;
10. mengambil keputusan positif untuk bertindak dan bekerja dengan aman.

Jika karyawan mengamati situasi berbahaya di tempat kerja, pertama, mengisolasi bahaya supaya aman, menggunakan metode yang tepat atau pasang sekat, tetapi hanya jika dapat melakukannya tanpa menempatkan diri atau orang lain diarea risiko, kemudian melaporkan situasi kepada perwakilan keamanan atau supervisor

.

Definisi

Kebakaran adalah reaksi kimia yang terjadi jika bahan bakar, oksigen dan panas bertemu.

Pemadam api

Kebakaran adalah reaksi kimia yang akan terus berlangsung jika bahan bakar, oksigen dan panas menjadi satu. Maka untuk menghilangkan api, satu dari tiga komponen tersebut harus dihilangkan. Hal ini sering diungkapkan melalui segitiga api ditunjukkan pada Gambar 1.9.: segitiga unsur harus ada untuk terjadinya api.



Gambar 1.9.: Tiga unsur terjadinya api

Bahan bakar

Bahan bakar mdah ditemukan pada industri konstruksi dengan berbagai bentuk: bensin dan parafin untuk generator portabel dan pemanas, tabung gas untuk pemanasan dan penyolderan. Kebanyakan pelarut mudah terbakar. Sampah juga merupakan sumber bahan bakar: potongan kayu, roofing, kain, kaleng pelarut kosong yang dibuang mengalami penuaan dan semua akan menjadi bahan bakar untuk api. Untuk menghilangkan bahan bakar sebagai sumber api, maka semua

cairan yang mudah terbakar dan gas harus disimpan dengan benar, biasanya toko atau gudang dikunci dari luar. Lingkungan dijaga harus tetap bersih dan usahakan menempatkan kain pada kotak logam dan ditutup. Bahan limbah yang mudah terbakar harus dipisahkan dari tempat kerja atau dibakar diluar tetapi diawasi oleh orang yang kompeten.

Oksigen

Oksigen yang kita hirup ada diudara sekitar kita, tetapi api kecil dapat juga kita eliminasi dibekap dengan selimut tahan api, pasir atau busa. Dengan menutup pintu dan jendela kamar tetapi tidak menguncinya dapat membatasi jumlah oksigen sehingga mampu membatasi kobaran api yang berada dalam sebuah gedung sehingga mencegah terjadi penyebarannya.

Kebanyakan zat akan terbakar jika mereka berada pada suhu yang cukup tinggi dan memiliki pasokan oksigen. Temperatur minimum dimana benda akan terbakar disebut dengan temperatur pengapian minimum dan untuk sebagian besar bahan jauh lebih tinggi dari suhu sekitarnya. Namun, bahaya bisa berawal dari pemanas portabel, semburan api melalui blower udara panas akan memberikan panas dan dapat menyebabkan kembali menaikan suhu bahan yang ada melebihi titik suhu pengapian minimum. Sebuah jarak aman harus tetap dijaga antara sumber panas dengan semua bahan yang mudah terbakar.

Panas

Panas dapat hilang dengan disiram air dengan menyemprotkannya. Penggunaan air pada cairan lain yang sedang dibakar sangat dilarang, karena justru air akan menyebarkan cairan dan bara api kemana-mana. Alat pemadam memiliki aksi pendinginan dan dapat menghilangkan panas api. Kebakaran di industri akan merusak properti dan bahan serta dapat melukai orang bahkan beberapa kali dari pengalaman dapat menimbulkan korban jiwa. Setiap orang harus melakukan upaya untuk mencegah api dengan mepadamkan kebakaran secepat mungkin.

Dalam kegiatan ini yang harus dilakukan adalah:

a. membunyikan alarm;

b. mematikan mesin, gas dan listrik disekitar api;

c. menutup pintu dan jendela tapi tanpa menguncinya;

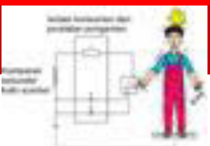
d. menyingkirkan bahan mudah terbakar dan bahan bakar jauh dari jalur api, jika apinya kecil, dan jika hal ini dapat dilakukan dengan aman;

e. memadamkan api kecil dengan pemadam yang sesuai.

Kembali memadamkan api, jika dapat melakukannya tanpa membahayakan keselamatan diri-sendiri dengan cara apapun. Selalu menjauhkan diri dari zona bahaya ketempat yang jelas dan aman. Bagi yang tidak terlibat segera berjalan ke area aman atau pengungsian yang disediakan dalam kondisi darurat. Kebakaran dibagi menjadi empat kelas atau kategori:

1) Kelas A adalah kayu, kertas dan tekstil.
2) Kelas B yang cairan rawan api seperti cat , bensin dan minyak.
3) Kelas C adalah api dari gas atau tumpahan cairan gas.
4) Kelas D adalah jenis api yang sangat spesial dari melibatkan logam yang terbakar.

Alat pemadam kebakaran dan aplikasinya dengan menggunakan kode warna sesuai BS EN3: 1996. Warna dasar semua alat pemadam api adalah merah, dengan pita warna berikut.



Tipe Pemadam Api / Tipe Api	(i) Air (Pita merah)	(ii) Busa (Pita krem)	(iii) Gas karbon dioksida (Pita hitam)	(iv) Bubuk kering (Pita biru)	(v) Penguapan busa (Pita hjau)
Klas A Kertas, Kayu dan Kain	✓ Yes	✓ Yes	✗ No	✓ Yes	✓ Yes
Klas B Cairan rawan terbakar	✗ No	✓ Yes	✓ Yes	✓ Yes	✓ Yes
Klas C Gas rawan terbakar	✗ No	✗ No	✓ Yes	✓ Yes	✓ Yes
Kebakaran akibat listrik	✗ No	✗ No	✓ Yes	✓ Yes	✓ Yes
Pengaman Kendara bermotor	✗ No	✓ Yes	✗ No	✓ Yes	✓ Yes

Tabel 1.3.: Kode pita warna tabung pemadam api

Alat pemadam kebakaran khusus untuk menangani kebakaran kecil dan berbagai jenis pemadam. Salah dalam menggunakan jenis pemadam bisa memperburuk keadaan. Misalnya, air tidak boleh digunakan sebagai pemadam kebakaran pada cairan atau kebakaran listrik. Prosedur normal ketika kebakaran listrik adalah memutuskan pasokan listrik dan menggunakan pemadam yang sesuai dengan yang terbakar. Tabel 1.3 menunjukkan jenis pemadam yang tepat untuk digunakan pada berbagai kategori api. Kode warna yang ditampilkan adalah sesuai dengan BS EN3: 1996.

Kebakaran listrik tidak memiliki kategori khusus karena hanya akan sekali terjadi. Setiap kebakaran dapat diidentifikasikan sebagai salah satu dari empat jenis diatas atau diluar kategori. Setiap rangkaian harus dilengkapi dengan sarana isolasi dengan sarana kunci off sebelum bekerja dimulai.



Gambar 1.10.: Kunci isolasi rangkaian

Dalam usaha untuk mencegah orang seenaknya menyambung kembali pasokan listrik, sehingga membahayakan teknisi listrik yang sedang melakukan pemeliharaan, maka harus ditampilkan tanda pada sakelar isolasi dengan memasang kunci pada sakelar utama. Gambar 1.10 adalah digunakan untuk membuktikan konduktor apakah sudah diputus atau terisolasi dengan baik.

Isolasi dan Listrik yang aman

Pasokan listrik tegangan rendah yaitu tegangan diatas 50 V a.c. atau tegangan diatas ekstra rendah (ELV). Tegangan ini dapat menyebabkan kematian manusia dan ternak, oleh karena itu harus diperlakukan dengan penuh perhatian. Sebagai seorang tukang listrik yang akan bekerja pada instalasi maupun pada peralatan listrik, harus selalu waspada dan memastikan bahwa pasokan listrik sudah diputus secara aman. Setiap rangkaian jaringan listrik harus disediakan isolasi dan kita seharusnya selalu mengunci sebelum bekerja diarea listrik tersebut. Jika orang lain meminta sambungan atau ditakutkan orang akan mengoperasikan sendiri sakelar maka pada alat isolasi atau switch utama tersebut diberi tanda **"Bahaya, sedang perbaikan listrik"**sekaligus dikunci grendel. Indikator pengukur tegangan dipakai untuk mengecek kabel, sedangkan prosedur pengetesan kabel dilakukan dengan prosedur seperti berikut:

1. Hubungkan perangkat tes pada kabel yang akan diisolasi; hasil harus menunjukkan tegangan listrik .
2. Isolasi pasokan (putuskan sambungan) dan amati bahwa perangkat tes sekarang menunjuk 0 V.
3. Hubungkan perangkat tes untuk kabel lain untuk membuktikan bahwa perangkat

masih bekerja dengan baik.

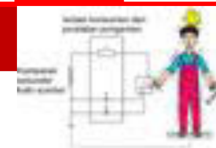
4. Kunci sumber tegangan beri peringatan dengan tulisan. Kemudian teknisi harus bekerja daerah tanpa tegangan listrik.

Sambungan listrik sementara dilokasi pembangunan gedung dapat menghemat beberapa orang/jam kerja dengan menyediakan pasokan untuk alat stasioner dan portabel. Sambungan sementara tersebut harus selalu diperiksa dalam 3 bulanan karena bisa jadi akan memunculkan bahaya didalamnya. Berikut beberapa aturan tegangan distribusi yang direkomendasikan pada sambungan sementara lapangan: Tegangan 400 volt, untuk sambungan utama, crane listrik. Sedangkan untuk 230 volt dipakai untuk pasokan pada kantor dan lampu penerangan serta instalasi tenaga 1 fase dengan vareasi tegangan lain yang disediakan akan disambung pada kotak-kontak yang diberi kode warna.

Sengatan listrik (shock)

Sengatan listrik terjadi ketika seseorang menjadi bagian dari rangkaian listrik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.11. Tingkat atau intensitas shock akan tergantung pada banyak faktor, seperti usia, kebugaran dan keadaan di mana shock terjadi. Sengatan yang dapat mematikan adalah sekitar 50 mA keatas, otot kontraksi, jantung berdebar dan pernapasan berhenti. Sebuah kejutan > 50 mA dalam waktu relative lama akibatnya akan fatal, kecuali orang tersebut cepat dipisahkan dari pasokan slistrik. Kena shock dibawah 50 mA kemungkinan akibatnya hanya terasa sensasi kesemutan yang menyenangkan (paling ringan), rasa sulit melepas atau mungkin akan terlempar dari ruang, atap atau tangga bahkan jatuh sehingga dapat menyebabkan cedera yang serius.

Untuk sengaja mencegah orang terkena sengatan listrik, semua rangkaian harus dipasang alat pengaman. Semua logam terbuka harus dibumikan; Sekering dan pemutus sirkit miniatur circuit breaker (MCB) dirancang khusus untuk mengamankan gangguan beban lebih atau terjadinya hubung singkat. Sedangkan perangkat arus sisa atau Residual Current Device (RCD) dirancang untuk mengamankan jika ada gangguan arus bocor tanah atau dengan kata lain mengamankan arus bocor ke tanah sebelum terjadinya akibat fatal.





Gambar 1.11.: Kejutan listrik

Pekerja konstruksi dan teknisi maupun operator listrik sering terkena kejut listrik terbanyak akibat adanya kurang hati-hati atau careless. Ketika hal ini terjadi adalah penting untuk segera bertindak cepat untuk mencegah menjadi fatal. Tindakan yang akan segera dilakukan jika rekan kerja terkena sengatan listrik adalah:

a. Matikan sumber sambungan listrik, jika memungkinkan.

b. Atau, bebaskan orang tersebut tanpa menyentuh tegangan, doronglah klien dengan sepotong kayu atau tariklah dengan kain syal, handuk kering atau mantel.

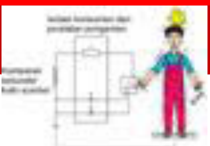
c. Jika pernapasan atau jantung telah berhenti, segera hubungi bantuan profesional dengan menghubungi 999 atau 112 dan meminta layanan ambulans. Arahkan ambulance ke lokasi kecelakaan. Angkat korban untuk tetap bertahan hidup jika layanan darurat ke tempat kejadian permasalahan TKP lebih cepat. Paramedis memiliki ketrampilan dan pengalaman luas untuk memberi bantuan pada klien.

a. Lakukan resusitasi atau pijat jantung hingga pasien pulih atau sampaia bantuan tiba di TKP.

b. Tindakan untuk orang sock .

Pertolongan pertama

Meskipun semua tindakan pencegahan dilakukan dilokasi pembangunan untuk mencegah cedera tenaga kerjanya, kecelakaan tetap bisa terjadi dan mungkin saudara satu-satunya orang lain yang dapat mengambil tindakan untuk membantu pasien. Jika saudara bukan orang yang berpengalaman, batasi bantuan sesuai akal sehat (sewajarnya yang dipahami) dan memintalah bantuan, tapi ingat bahwa jika klien tersebut memiliki jantung atau pernapasan berhenti sebagai akibat dari



kecelakaan maka ia hanya punya waktu dalam menit untuk hidup, kecuali saudara bertindak cepat. Fasilitas pertolongan pertama K3 menjadi tanggungjawab penuh perusahaan sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan dan akan berhubungan dengan sejumlah faktor seperti:

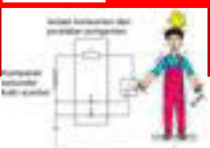
a. Berapa banyak karyawan yang dipekerjakan?
b. Apa jenis pekerjaan yang sedang dilakukan?
c. Apakah ada bahaya khusus atau luar biasa?
d. Apakah system kerja karyawan dilokasi tersebar dan atau terisolasi?
e. Apakah yang dilakukan sedang kerja shift atau lembur?
f. Apakah tempat kerja jauh dari pelayanan medis?
g. Apakah ada pekerja yang belum berpengalaman bekerja ditempat TKP?
h. Apa resiko cedera dan identitas penyakitnya telah didata oleh perusahaan bagian Risk Hazard Assessment?

Peraturan menyatakan bahwa :
Pengusaha berkewajiban untuk menyediakan sejumlah petugas yang cocok sebagai karyawan pembantu pada pertolongan pertama bagi yang terluka atau sakit di tempat kerja. Untuk tujuan ini seseorang tidak harus sesuai dengan pendidikannya kecuali, ia memiliki pengalaman pelatihan dan berkualifikasi untuk dapat disetujui sebagai eksekutif K3.

Ini sebagai cara dimana peraturan K3 harus tertulis. Peraturan dan pasal tidak menentukan angka, tetapi muatannya adalah pedoman mengenai jumlah pertolongan pertama yang dibutuhkan, tetapi berisi petunjuk tindakan sejumlah bantuan pertolongan pertama yang dibutuhkan pada perusahaan. Semua tergantung tipe perusahaan, kemungkinan bahaya yang terjadi dan jumlah orang yang dipekerjakan.
Mari kita bertanya pada diri sendiri, apa yang dimaksud bantuan pertama dan yang mungkin menjadi pertolongan pertama. Peraturan memberikan definisi: *pertolongan pertama adalah perlakuan cedera atau pengobatan luka ringan yang dilakukan pengobatan atau tidak memerlukan pengobatan oleh dokter atau perawat*. Dalam

kasus dimana seseorang akan membutuhkan bantuan dari seorang dokter atau perawat, pertolongan pertama adalah pengobatan untuk tujuan mempertahankan kehidupan dan meminimalkan konsekuensi dari cedera, luka atau sakit sampai bantuan tersebut diperoleh. Definisi pertolongan pertama mungkin yang berlaku umum sebagai berikut: pertolongan pertama adalah bantuan awal atau pengobatan yang diberikan kepada korban yang mengalami cedera atau sakit mendadak sebelum kedatangan orang, dokter atau orang lain atau ambulance yang memenuhi syarat untuk bantuan medis.

Sekarang pertolongan pertama mendefinisikan, siapakah yang mungkin menjadi penolong pertama? Penolong pertama adalah seseorang yang telah menjalani kursus pelatihan untuk mengelola pertolongan pertama di tempat kerja dan mempunyai sertifikat pertolongan pertama. Kursus pelatihan dan sertifikasi harus disetujui oleh HSE. Tujuan dari pertolongan pertama adalah menjaga agar tetap bertahan hidup, untuk membatasi memburuknya cedera atau sakit dan untuk bantuan pemulihan. Sebuah pertolongan pertama juga dapat berarti melakukan tugas-tugas orang yang cedera. Orang yang ditunjuk adalah seseorang yang dicalonkan untuk mengambil alih tugas seseorang untuk membantu orang yang terluka atau sakit, termasuk memanggil ambulan jika diperlukan. Orang yang ditunjuk juga akan melihat peralatan pertolongan pertamanya, termasuk mengisi kembali kotak pertolongan pertama. Jumlah aktual personil pertolongan pertama harus memperhitungkan kondisi apapun seperti keterpencilan dari pelayanan medis, penggunaan beberapa bangunan terpisah dan nilai risiko bahaya perusahaan. Personil pertolongan pertama harus sedia setiap saat (stand by) ketika orang-orang di tempat kerja. Dengan pertimbangan bila terjadi pergeseran pola kerja dan menyiapkan pengganti bila ada ijin sakit. Setiap perusahaan harus memiliki setidaknya satu person pertolongan pertama. Selain itu juga menyediakan kotak Kit dengan ukuran dan isi tergantung pada sifat, risiko yang terlibat dalam lingkungan kerja tertentu serta jumlah karyawan. Jika mengikuti penjelasan dari beberapa prosedur pertolongan pertama yang harus dipraktekkan dibawah bimbingan ahli sebelum mereka terjun dilokasi kejadian darurat.



Pendarahan

Jika bagian yang luka luka-luka kotor, bilaslah dibawah air yang mengalir bersih. Bersihkan kulit sekitar luka dan balutkan plester, tarik kulit bersama-sama. Jika pendarahan parah, jika mungkin lakukan tekanan langsung disekitar yang luka dengan tangan untuk mengurangi perdarahan dan meningkatkan ekstremitas. Pakailah kain atau perban steril atau pad dengan kuat sebelum memperoleh tindakan profesional. Untuk menghindari kemungkinan kontak hepatitis atau virus AIDS, ketika berhadapan dengan luka terbuka, pertolongan pertama harus menghindari kontak dengan darah segar dengan memakai plastik atau sarung tangan karet pelindung, atau mempersilahkan korban untuk menerapkan tekanan pada luka pendarahannya.

Definisi:

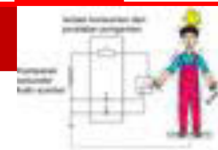
Pertolongan pertama adalah bantuan awal atau mengobatan yang diberikan kepada korban untuk setiap cedera atau sakit mendadak sebelum kedatangan ambulans, dokter atau orang yang terlatih.

Sebuah pertolongan pertama adalah seseorang yang memiliki certifikat kursus atau pelatihan untuk mengelola pertolongan pertama ditempat kerja dan memegang sertifikat pertolongan pertama.

Orang yang ditunjuk adalah seseorang yang dicalonkan untuk mengambil alih ketika seseorang terluka atau menjadi sakit, termasuk memanggil ambulan jika diperlukan. Orang yang ditunjuk adalah orang akan melihat peralatan bantuan, termasuk pengisian kotak pertolongan.

Luka bakar

Membuang panas pada luka bakar akan mengurangi rasa sakit dengan prosedur menempatkan bagian yang cedera dengan air dingin bersih. Jangan melepaskan pakaian yang terbakar menempel pada kulit. Jangan menerapkan lotion atau salep. Jangan pecahkan lepuh atau mencoba menghapus kulit longgar. Tutupi bagian yang cedera dengan kain kering bersih.



Patah tulang

Buatlah korban senyaman mungkin dengan membantu secara maksimal baik dengan tangan atau dengan bantalan. Jangan pindahkan korban, kecuali bila pada posisi itu ia menderita cedera kesakitan. Dapatkan bantuan professional sesegera mungkin.

Kontak dengan bahan kimia

Cuci daerah yang terkena bahan kimia secara teliti dengan air dingin bersih. Hapus semua pakaian yang terkontaminasi. Tutupi area yang terkena dengan pembalut steril bersih dan mintalah petunjuk para ahli. Ini adalah tindakan pencegahan yang bijaksana untuk memperlakukan semua zat kimia sebagai kemungkinan berbahaya, zat bahkan sering dapat berbahaya jika digunakan terkontaminasi dengan larutan pekat. Ketika menangani zat berbahaya, praktis juga harus memiliki bahan penetral untuk tangan. Pembuangan zat berbahaya tidak boleh pada saluran utama drainase karena dapat menimbulkan bahaya lingkungan, tetapi harus dilakukan sesuai dengan peraturan pemerintah setempat.

Asap beracun

Bantulah korban memperoleh udara segar dengan cepat dan bantulah pernapasan dalam jika sadar. Resusitasi jika napas telah berhenti. Meminta saran para ahli bidang medis bagaimana asap dapat menyebabkan iritasi paru-paru.

Terkilir dan memar

Sebuah kompres dingin dapat membantu meredakan pembengkakan dan rasa sakit. Rendam handuk atau kain dalam air dingin, peras dan meletakkannya dibagian yang cedera. Ulangi kompres setiap beberapa menit.

Pernapasan berhenti

Bersihkan semua yang menghalangi atau mengotori wajah setelah muntah, gigi palsu lepaskan dari mulut. Kendurkan pakaian ketat disekitar leher, dada dan bagian pinggang. Untuk memastikan jalan nafas yang baik, letakkan korban

bersandar pada punggungnya dengan member beberapa bantalan. Miringkan kepala ke belakang dan membuka mulut. Jika korban samar-samar bernapas, angkatlah lidah, bersihkan jalan napas yang mungkin diperlukan untuk usaha mengembalikan pernapasan normal. Namun jika korban tidak bernapas, buka mulut saudara lebar-lebar dan ambil napas dalam, tutup hidung klien dengan memijatkan jari, dan tutup bibir disekitar mulutnya, tiup keparu-parunya sampai dada meningkat. Bersihkan mulut, amati klien? Tekan dada. Lanjutkan prosedur ini hingga dapat meningkatkan pernapasan kembali alami. Jika mulut cedera atau ditemui kesulitan dalam membuat pernafasan sekitar mulutnya, tutup mulutnya dan paculah pernafasan paru-paru melalui lubang hidungnya. Berikan pernapasan buatan sampai pernapasan pulih seperti semula atau sampai tiba bantuan medis.

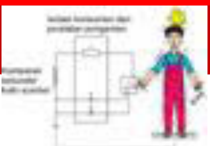
Jantung berhenti berdetak

Ini kadang-kadang terjadi setelah sengatan listrik yang parah. Jika korban bibirnya biru, pupil matanya melebar luas dan pulsa atau denyut dilehernya tidak bisa dirasakan, maka ia mungkin telah kena serangan jantung. Bertindaklah cepat dan

baringkan korban dipunggungnya. Berlutut di sampingnya dan tempatkan tumit satu tangan di tengah dada. Tutup tangan ini dengan tangan lain dan jalin jari-jari. Luruskan lengan dan tekan kebawah pada dadanya dengan tajam dengan tumit tangan dan kemudian lepaskan tekanan. Ulangi bantuan ini 15 kali dengan satu dorongan per detik. Periksa denyut korban. Jika tidak dirasakan, berikan dua napas pernapasan buatan dan kemudian lagi 15 menekan dada. Lanjutkan prosedur ini sampai detak jantung pulih dan sampai pernapasan normal kembali. Perhatikan dekat dengan kondisi korban saat memberikan pijat jantung. Ketika pulsa dipulihkan kebiruan disekitar mulut akan cepat hilang dan bantuan pijatan jantung harus dihentikan. Lihatlah perawatan sepenuhnya pada tingkat pernapasan. Ketika sudah normal, berhentilah memberi respirasi buatan. Perlakukan korban sock, yaitu dengan menempatkan dia dalam posisi pemulihan sampai bantuan professional dating mengambil alih.

Sock

Semua orang akan menderita sock setelah kecelakaan. Tingkat keparahan sock tergantung pada sifat dan luasnya cedera. Dalam kasus yang parah sampai dapat mengejutkan, korban akan menjadi pucat, kulitnya menjadi lembap dan berkeringat. Dia mungkin merasa lemas, pandangan kabur, merasa sakit dan mengeluh haus. Yakinkan korban bahwa segala sesuatu yang perlu dilakukan sedang dilakukan. Kendurkan pakaian ketat dan pertahankan klien tetap hangat dan kering sampai bantuan tiba. Jangan pindahkan dia bila tidak perlu dan atau jangan memberi sesuatu untuk minum.



Cek pemahaman knowledge

Ketika telah menjawab pertanyaan, bandingkan dengan jawaban dibagian belakang buku ini.

Catatan :

Lebih dari satu jawaban pilihan ganda kemungkinan benar.

1 . Untuk setiap api untuk terus membakar , harus ada tiga komponen . Ini adalah :

a. bahan bakar , kayu dan kartu

b . bensin , oksigen dan gas tabung

c . api , bahan bakar dan panas

d . bahan bakar, oksigen dan panas .

2 . Air adalah cocok digunakan untuk pemadam kebakaran kecil akibat terbakarnya …

a . kayu, kertas dan kain

b . cairan yang mudah terbakar

c . gas yang mudah terbakar

d . semua hal di atas .

3 . Sebuah pemadam kebakaran busa cocok untuk digunakan pada kebakaran kecil dari pembakaran …

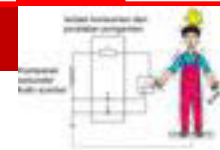
a . kayu, kertas dan kain

b . cairan yang mudah terbakar

c . gas yang mudah terbakar

d . semua hal di atas.

4 . Sebuah pemadam kebakaran gas karbon dioksida cocok digunakan pada kebakaran kecil pembakaran …



a . kayu, dan kain

b . cairan yang mudah terbakar

c . gas yang mudah terbakar

d . semua hal di atas .

5 . Sebuah pemadam kebakaran bubuk kering cocok digunakan pada kebakaran kecil terbakarnya …

a . kayu, kertas dan kain

b . cairan yang mudah terbakar

c . gas yang mudah terbakar

d . semua hal di atas .

6 . Sebuah pemadam kebakaran penguapan busa cocok digunakan pada kebakaran kecil pembakaran …

a . kayu, kertas dan kain

b . cairan yang mudah terbakar

c . gas yang mudah terbakar

d . semua hal di atas .

7 . Kita harus memadamkan api hanya dengan alat pemadam kebakaran jika, …

a . itu menyala terang

b . Kita dapat menyimpan beberapa properti seseorang

c . Kita dapat menyelamatkan hidup seseorang

d . Kita dapat melakukannya tanpa ada risiko .

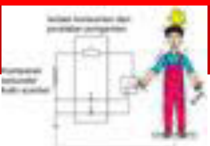
---

8 . Sebuah pemadam kebakaran hanya boleh digunakan untuk melawan

a . kebakaran mobil

b . kebakaran listrik

c . api kecil



d . kebakaran besar.

9 . Sebuah peraturan hukum

a . adalah hukum tanah

b . harus dipatuhi

c . memberitahu kita bagaimana untuk mematuhi hukum

d . adalah kode etik .

10 . Sebuah Peraturan non-reguler

a . adalah hukum tanah

b . harus dipatuhi

c . memberitahu kita bagaimana untuk mematuhi hukum

d . adalah kode etik.

11 . Di bawah Undang-Undang Kesehatan dan Keselamatan Kerja, pengusaha bertanggung jawab untuk …

a . mempertahankan pabrik dan peralatan

b . menyediakan APD

c . memakai APD

d . merawat secara wajar untuk menghindari cedera .

12 . Di bawah Undang-Undang Kesehatan dan Keselamatan Kerja karyawan bertanggung jawab untuk …

a . mempertahankan pabrik dan peralatan

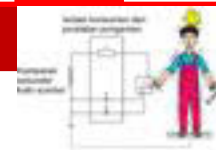
b . menyediakan APD

c . memakai APD

d. merawat secara wajar untuk menghindari cedera .

13 . Peraturan pengkabelan seperti IEE atau PUIL 2000

a . adalah peraturan Hukum



b . adalah peraturan non-reguler

c . adalah kode etik yang baik

d . selalu harus dipatuhi .

14 . Sebelum mulai bekerja rangkaian atau peralatan harus …

a . bekerja hidup, jika atasan ada

b . bekerja hidup jika kompeten untuk melakukannya

c . mengisolasi sirkuit atau peralatan sebelum pekerjaan dimulai

d . mengamankan isolasi sebelum pekerjaan dimulai .

15 . Bantuan awal pengobatan yang diberikan kepada korban cedera atau sakit mendadak sebelum kedatangan ambulans atau orang yang memenuhi syarat secara medis adalah salah satu definisi …

a . orang yang ditunjuk

b . sebuah pertolongan pertama

c . pertolongan pertama

d . fasilitas pertolongan pertama yang memadai .

16 . Beberapa orang yang telah mengikuti kursus atau pelatihan untuk mengelola bantuan medis ditempat kerja dan memegang sertifikat kualifikasi adalah salah satu definisi …

a . seorang dokter

b . perawat

c . sebuah pertolongan pertama

d . supervisor .

17 . Gambarkan prosedur isolasi yang aman dari sirkit listrik, gunakan hal-hal yang pokok saja.

18 . Bagaimana menegakkan peraturan undang-undang Keselamatan dan Kesehatan Kerja?

19 . Sebutkan tanggung jawab di bawah Undang-Undang Keselamatan dan Kesehatan Kerja:

(a) pemberi kerja atau pengusaha

(B) seorang karyawan

.

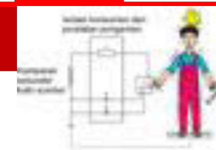
20 . Tanda-tanda keselamatan yang digunakan dalam lingkungan kerja untuk memberikan informasi dan peringatan . Gambarkan sket dan warnanya , salah satu tanda dari masing-masing empat kategori tanda dan pesan yang saudara ketahui.

21. Sebutkan nama dua peraturan perundang-undangan yang penting dan satu Peraturan Non-hukum yang relevan untuk industri elektroteknik.

22. Tentukan apa yang dimaksud dengan APD.

23. Sebutkan lima buah PPE (APD) dipakai di tempat kerja dan perlindungan yang diberikan oleh masing-masing.

24. Jelaskan tindakan yang harus diambil setelah menemukan rekan kerja ternyata sudah mati akibat terhubung ke pasokan listrik.



Pembelajaran 1

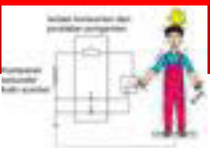
Bekerja efektif dan aman

Kegiatan 2.

Tugas khusus dan peran individu

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) mengidentifikasi perbedaan organisasi bidang elektroteknik
2) menjelaskan layanan yang disediakan oleh industri elektroteknik
3) menyatakan peran kerja di industri elektroteknik
4) mengidentifikasi organisasi profesional



Organisasi bidang kelistrikan

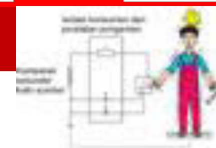
Ketika membahas tentang industri elektroteknik perhatian kita tertuju pada semua organisasi dan perusahaan pemasok listrik dari beberapa jenis pembangkitan listrik.Tugas sebagai kontraktor listrik adalah menginstal peralatan dan sistem kelistrikan pada gedung atau perumahan baru. Setelah bangunan selesai dan sepenuhnya dioperasikan, kontraktor listrik dapat memberikan layanan perawatan atau pemeliharaan pada klien atau pelanggan. Itu semua tergantung pada sistem kerja dan jumlah pekerjaan yang harus dilakukan serta tingkat kompleksitas dari permintaan pelanggan. Berikut kita akan melihat dua belas macam unit organisasi atau lembaga berbeda-beda yang memiliki keterkaitan dengan kegiatan kelistrikan disekitar kita serta sepuluh layanan kelistrikan.

1 . Kontraktor listrik

Kontraktor listrik yang berprofesi sebagai penyedia layanan disain dan pemasangan instalasi untuk semua jenis bangunan dan proyek-proyek konstruksi. Bila kita fokus pada organisasi kontraktor yaitu semua jenis kegiatan kelistrikan didalam dan sekitar bangunan dengan kegiatannya adalah menginstal peralatan listrik, serta menginstal sistem kabel listrik. Kontraktor juga melaksanakan pekerjaan instalasi domestik, komersial dan lainnya.

2 . Perusahaan atau pabrik

Perusahaan biasanya mempunyai peralatan dan pembangkit listrik sendiri. Roda penggerak dari beberapa peralatan atau mesin yang ada di industri biasanya terdiri dari perangkat mekanik listrik dan mekanisasi mesin listrik diantaranya adalah motor dan sistem kontrolnya.



3 . Proses pembangkit

Apakah kita akan memproses makanan atau bahkan bahan nuklir, penggerak utama untuk semua proses tersebut adalah sebuah pembangkit listrik, peralatan kontrol dan peralatan instrumentasi serta mesin drive.

4 . Dinas kota

Dinas kota bertanggung jawab untuk berbagai jenis perijinan pendirian bangunan dari berbagi komunitas gedung perkotaan sampai pada kolam renang. Semua bangunan tersebut memiliki sistem kelistrikan serta membutuhkan instalasi, pemeliharaan, perbaikan dan lainnya.

5 . Bangunan komersial dan komplek perkantoran

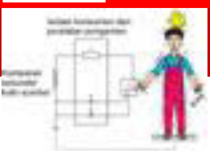
Jenis kegiatan kantor yang dilakukan didalam gedung ini membutuhkan persyaratan fasilitas listrik, komunikasi dan diinstal sistem transmisi data, pemeliharaan dan perbaikan secara berkala dan terus-menerus.

6 . Pusat kebugaran

Jenis kegiatan disini terdiri dari berbagai bentuk peralatan digerakan oleh keringat manusia, tetapi yang juga dikendalikan dan dipantau oleh sistem listrik dan elektronik. Pusat rekreasi disini dimungkinkan dibangun kolam renang atau pengering udara yang dikenal dengan sebutan sauna. Kedua jenis ruangan atau tempat rekreasi ini termasuk instalasi listrik yang diatur PUIL kategori Instalasi khusus dan sesuai dengan BS : 7671 menurut Peraturan IEE.

7 . Perakitan panel

Perakitan rangkaian kontrol, proteksi (pengaman) dan isolasi serta switchgear (sakelar pemutus jaringan) didunia komersial atau didunia perdagangan serta pada industri panel listrik merupakan gabungan antara isolasi dan sistem perlindungan pelayanan yang dibutuhkan instalasi listrik.



8 . Reparasi dan re-winding motor listrik

Motor listrik dan drive merupakan bagian yang tak terpisahkan (terpadu) dari sistem kelistrikan industri maupun proses kontrol. Motor listrik dan transformator terkadang mengalami gangguan kumparannya karena terbakar atau panas yang berlebihan. Motor yang terbakar biasanya dilakukan perbaikan jika dimungkinkan, tetapi pasti akan lebih optimal bila diganti dengan motor yang baru.

9. Kereta api

Kereta api listrik merupakan penggerak utama kendara modern antar kota. Jenis penggerak kereta listrik adalah motor listrik, karena itu infrastruktur pendukungnya membutuhkan jaringan transmisi listrik, seluruh jaringannya bahkan semua gerakan rel memerlukan sinyal dan sistem kontrol listrik. Bangunan stasiun kereta api tidak terlepas dari instalasi listrik dan elektronik.

10 . Angkatan bersenjata

Dalam kondisi operasi di wilayah yang sedang berlangsung perang dapat secara tiba-tiba dan tak terduga dibutuhkan adaptasi yang super cepat, dengan cara memodifikasi sistem kelistrikan maupun elektroniknya dalam situasi perang yang posisinya jauh dari *basedcamp.* Fasilitas perlengkapanya harus berkualitas dan nyaman. Untuk kapal perang modern yang dimuati banyak penumpang atau batalyon tentara sebagaimana sebuah desa. Mereka pasti membutuhkan sistem layanan listrik untuk mendukung kegiatan selama perang agar mereka tetap aman sepanjang 24 jam per hari dan 7 hari per minggu.

11 . Rumah sakit

Rumah sakit banyak mempunyai peralatan teknologi tinggi, peralatan ini pasti membutuhkan daya listrik dan sistem elektronik, peralatan pemantau harus terus menerus hidup atau beroperasi walaupun dalam situasi dan kondisi ada gangguan atau terjadi kegagalan. Siaga pasokan listrik ***stand-by*** menjadi sangat penting bagi

sebuah rumah sakit, karena sebagai bagian dari kualitas pelayanan instalasi listrik adalah adanya listrik yang tidak pernah padam.

12. Peralatan dan mesin manufaktur

Peralatan rumah tangga *white goods*, peralatan elektronik *brown goods*, perangkat keras komputer, motor dan transformator diproduksi untuk memenuhi kebutuhan pasar yang semakin meningkat secara tajam diberbagai pasar domestik, komersial dan industri. Industri manufaktur sampai saat ini menerapkan standar produk tinggi sehingga mereka membutuhkan sirkit listrik dan elektronik yang sangat canggih, sepertihalnya di negara-negara maju lain di Eropa atau di Amerika.

Coba informasi ini:

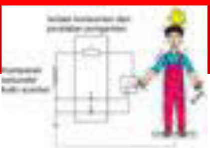
Organisasi mana yang saudara pernah dengar atau ketahui?

Apa jenis pekerjaan yang dilakukan selama ini disana?

Layanan kelistrikan yang dikembangkan di industri

1 . Pencahayaan dan instalasi daya listrik bangunan, kegiatan yang mereka lakukan adalah:
   - Disain dan memasang lampu hingga pada tingkat kenyamanan cahaya.
   - Pengudaraan, memenuhi temperatur atau suhu yang diinginkan.
   - Menyediakan rangkaian pengendalian listrik dan elektronik sesuai kebutuhan bangunan.

2 . Penerangan darurat dan sistem keamanan
   - Ini memastikan bahwa bangunan akan aman digunakan pada situasi yang tak terduga atau pada situasi buruk.
   - Aman dari penyusup yang tidak diinginkan.



3 . Sistem manajemen bangunan dan sistem kontrol

- Sistem manajemen yang dikembangkan yaitu sistem pengontrol seluruh bangunan dan lingkungan yang dipakai orang untuk kegiatan komersial atau ekonomi.
- Mereka menyediakan area atau zona aman, nyaman dan menyenangkan sehingga orang dapat bekerja efektif dan efisien.

4 . Instrumentasi.

Instrumentasi listrik memungkinkan kita memantau atau memonitor kegiatan di industri dimana sistem pengontrolan diletakan pada jarak yang aman.

5. Pemeliharaan listrik.

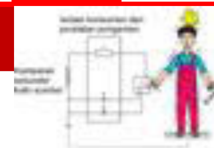
Sebuah program pemeliharaan yang direncanakan memungkinkan kita untuk mempertahankan efisiensi disemua sistem yang terpasang.

6 . Sambungan kabel baru.

Membuat koneksi sambungan baru adalah penyediaan sarana sambungan instalasi dan layanan baru untuk pasokan baru tanpa ada kabel diputus sehingga terbebas dari ketidak nyamanan atau gangguan listrik yang disebabkan oleh adanya shutdown. Tugas ini membutuhkan pelatihan khusus .

7 . Sistem penerangan jalan

Jalan lalu-lintas kendaraan harus diterangi yang memadahi, jalan dan sistem kontrol lalu lintas dapat membantu sepanjang jalan dan trotoar akan aman untuk kendaraan dan pejalan kaki.



8 . Bangunan panel listrik

Panel listrik utama didisain untuk menyediakan sarana isolasi listrik dan pemutus. Mereka juga menyediakan sarana pemantauan dan pengukuran sistem kelistrikan pada bangunan komersial maupun industri.

9 . Instalasi pengendalian mesin listrik

- Pengendalian mesin listrik diharapkan dapat mengontrol segala sesuatu yang membuat kita menjadi aman dan nyaman dengan berbagai bentuk modernitas kehidupan.
- Kereta api dan trem juga termasuk membutuhkan pasokan listrik.
- Lift dan unit pendingin udara
- Kulkas, freezer dan segala jenis peralatan rumah tangga.

10 . Perangkat hiburan dan komunikasi data

- Disini disajikan pengolahan data dan sejumlah angka-angka
- Surat elektronik dan akses informasi ke world wide web
- Sistem akses audio video berkualitas tinggi.

Informasi
Jasa pelayanan apa perusahaan yang saudara kerja atau pratikum bidang Industri elektroteknik?

Peran dan tanggung jawab

Setiap organisasi terutama yang terkait dengan bidang elektroteknik dapat kita kenal beberapa individu atau kelompok dengan berbagai tugas masing-masing, semua saling bekerja sama untuk sebuah tujuan besar yaitu agar terpenuhinya kebutuhan sehingga akan terjadi peningkatan dan kenyamanan pelayanan atau kemudahan mereka sendiri, pengusaha bahkan pelanggan mereka. Sering tidak ada

perbedaan yang jelas antara tugas individu dengan karyawan lainnya, masing-masing saling melakukan beberapa tugas orang lain.

Tanggungjawab yang bervariasi, bahkan seseorang bisa memegang jabatan yang sama dan beberapa individu memegang lebih dari satu jabatan. Namun demikian, mari kita lihat beberapa peran dan tanggung jawab yang merka lakukan.

1 . Insinyur perencana

a) Insinyur perencana biasanya akan bertemu dengan klien dan profesional lainnya untuk menafsirkan dan membuat persyaratan yang diinginkan dan berkesepakatan dengan pelanggan?

b) Ia akan menghasilkan disain spesifik yang memungkinkan biaya proyek dapat dihitung.

2. Estimasi biaya

a). Orang ini menghitung jumlah tenaga kerja dan bahan total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek listrik dengan menggunakan rencana dan spesifikasi proyek.

b). Dari perhitungan dan biaya yang ditetapkan perusahaan, biaya proyek dapat dihitung untuk disepakati.

3. Kontrak manajer

a) Dapat mengawasi sejumlah kontrak listrik di lokasi proyek yang berbeda.

b) Akan memantau kemajuan dalam konsultasi dengan manajer proyek atas nama perusahaan listrik.

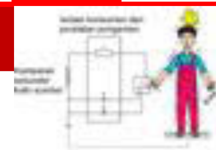
c) Biaya yang dikeluarkan sebagaimana kontrak awal.

d) Mungkin memiliki tanggung jawab kesehatan dan keselamatan karena ia memiliki gambaran dari semua karyawan perusahaan dan dalam pelaksanaan kontrak konstruksi.

4 . Manajer Proyek

a) Bertanggung jawab atas manajemen sehari-hari yang spesifik sesuai kontrak

b) Bertanggung jawab secara keseluruhan dilokasi proyek untuk seluruh listrik instalasi



c) Menghadiri pertemuan perdagangan dengan lainnya dilokasi proyek sebagai wakil dari kontraktor listrik.

5 . Manajer layanan

a) Memonitor kualitas layanan yang disampaikan dibawah persyaratan kontraktor.

b) Cek bahwa target kontrak terpenuhi.

c) Cek bahwa pelanggan puas dengan semua aspek dari proyek.

d) Fokus pada pelanggan spesifik, sementara Manajer Proyek fokus pekerjaan lain.

6 . Teknisi

a) Akan lebih ada dikantor daripada lokasi proyek

b) Akan melaksanakan survei sistem listrik

c) Memperbarui gambar listrik

d) Mendapatkan penawaran dari pemasok

e) Memelihara catatan seperti sistem mutu ISO 9000

f) Menguji inspeksi dan commissioning listrik instalasi

g) Pencarian kesalahan

7. Pengawas atau Foreman

a. Orang ini dimungkinkan akan menjadi ahli listrik

a. Memiliki tanggung jawab untuk kontrak kecil

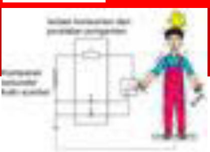
b. Memiliki tanggung jawab untuk sebagian kecil dari kontrak besar

c. Menjadi pemimpin dari sebuah tim kecil (misalnya: tukang listrik dan karyawan) menginstal sistem listrik

8 . Operator atau operator terampil

a. Orang ini akan melaksanakan pekerjaan listrik dibawah direktor dan bimbingan supervisor

b. Akan menunjukkan tingkat keterampilan tinggi dan kompetensi dalam pemilihan pekerjaan listrik



c. Akan memiliki atau berusaha bekerja mencapai sebuah kualifikasi listrik dan status sebagai tukang listrik yang diakui (bersertifikat).

9 . Mekanik atau Fitter

a. Dalam kegiatan biasanya memiliki keterampilan inti atau keterampilan dasar dan kualifikasi mekanik daripada teknik elektro.

b. Dalam produksi atau proses kerja, ia akan memiliki tanggung jawab untuk aspek teknik dan kontrak selama teknisi listrik dan teknisi instrumentasi sudah mengurusi aspek listrik dan instrumentasi.

c. Operasi ke tiga yaitu harus bekerja sama dalam produksi dan proses kerjanya

d. Kompetensi keterampilan tambahan atau multi-skilling pelatihan akan mendorong menghasilkan operasi lebih fleksibel dalam produksi dan proses operasi pabrik.

10. Manajer pemeliharaan

a. Bertanggung jawab untuk menjaga instalasi listrik pabrik dan peralatan elektroteknik agar tetap bekerja secara efisien.

b. Mengambil alih pembangun dan kontraktor penanggung jawab pemeliharaan semua peralatan pabrik dan sistem kendalinya.

c. Mungkin diserahi tanggungjawab pada rumah sakit, bangunan komersial, kompleks universitas atau perguruan tinggi.

d. Akan menyiapkan program pemeliharaan rutin dan pencegahan untuk mengurangi kemungkinan kerusakan dimasa depan.

e. Ketika terjadi kesalahan atau kerusakan dia bertanggung jawab untuk perbaikan menggunakan staf pemeliharaan perusahaan.

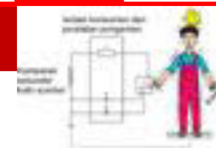
Informasi:

Di mana posisi yang jelas tenaga kerja bersertifikasi terampil dan sertifikasi ahli?

Apa pekerjaan yang dilakukan saat magang atau pelatihan?

Apa maksud jabatan supervisor?

Apa nama jabatan untuk mandor?



Tim elektrikal

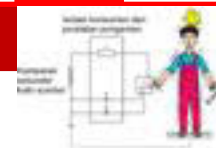
Kontraktor listrik bertanggung jawab atas instalasi listrik dan peralatan dalam bangunan. Sebuah perusahaan kontraktor listrik terdiri dari sekelompok individu dengan tugas dan tanggung jawab yang berbeda-beda. Sering tidak ada perbedaan yang jelas antara tugas individu dan tanggung jawab yang diemban oleh seorang karyawan dengan karyawan lain dalam satu perusahaan. Bervariasinya perusahaan antara satu dengan perusahaan lain juga memunculkan perbedaan tugas karyawan yang mempunyai jabatan yang sama. Jika ingin perusahaan mereka sukses, secara individu harus mampu dan selalu siap bekerja sama untuk memenuhi kebutuhan pelanggan mereka. Hubungan baik dengan pelanggan penting bagi keberhasilan sebuah perusahaan dalam usaha mempertahankan kelanjutan kerja semua karyawan itu sendiri.

Para pelanggan atau perwakilannya mungkin akan melihat lebih dari sekedar teknisi listrik dan supervisor listrik daripada managing direktor perusahaan, karena, citra yang disajikan oleh mereka (para pelaksana dilapangan) adalah sangat penting. Mereka harus selalu bersikap sopan, jujur dan berusaha untuk mampu mengatasi permasalahan yang ada lapangan. Hal ini memberikan keyakinan bagi para pelanggan bahwa perusahaan langganannya telah mampu memenuhi keinginan konsumennya. Teknisi listrik dan supervisor harus rapi dan tepat dalam berpakaian selama melaksanakan pekerjaan dilapangan, artinya ekspresi para karyawan memungkinkan secara keseluruhan dicitrakan dengan baik. Sepatu juga penting, tapi kadang-kadang dalam melaksanakan sulit bagi teknisi listrik. Misalnya, jika bekerja di pabrik, peraturan keselamatan bersikeras bahwa sepatu pengaman kerja (berlapis baja) harus dipakai, tapi sepatu bot karet mungkin dirasakan paling sesuai untuk dilokasi bangunan proyek. Namun, tak satu pun keduanya menjadi yang paling cocok bila dipakai teknisi listrik untuk memperbaiki lampu baru di rumah direktur perusahaan. Pengusahaan instalasi listrik gedung sering dilakukan bersamaan dengan perusahaan lainnya. Masuk akal sehat jika semua pihak dapat mengembangkan hubungan kerja yang baik dengan karyawan lain. Perusahaan memiliki tanggung jawab mencari pekerjaan yang cukup untuk membayar karyawan, membayar pajak pemerintah dan memenuhi persyaratan K3.

Nominal gaji dan kondisi teknisi listrik dan supervisor ditentukan oleh negosiasi antara perusahaan berdasarkan aturan yang disepakati sebelumnya termasuk serikat buruh didalamnya, yang juga akan mewakili anggota mereka dalam setiap perselisihan. Teknisi listrik biasanya dibayar sesuai grade atau level yang disepakati sebagai kelas tukang listrik, teknisi listrik atau supervisor juga ditentukan oleh kombinasi prestasi akademik dan pengalaman praktisnya.

Salah satu anggota tim instalasi akan memiliki tanggung jawab spesifik untuk kontrak proyek yang sedang dilakukan. Dia bisa disebut manajer proyek atau supervisor dan akan bertanggung jawab kepada perusahaan listriknya, untuk melihat bahwa spesifikasi disain dilakukan dan akan bertanggungjawab secara keseluruhan instalasi listrik untuk di satu lokasi. Dia akan menghadiri pertemuan dilokasi sebagai wakil dari kontraktor listrik, yang didukung oleh anggota lain dari satu tim yang akan menunjukkan berbagai keterampilan dan tanggung jawabnya. Pengawas sendiri mungkin akan menjadi matang dilapangan secara teknis. Para supervisor awalnya bekerja bersama dengan teknisi listrik atau menyetujui hasil kerja teknisi listrik, tanggung jawab yang telah diberikan atas bagian kecil dari instalasi total oleh pengawas dilokasi proyek.

Manajer proyek atau pengawas lapangan akan didukung oleh tim disain. Tim disain mungkin terdiri dari seorang manajer kontraktor, yang akan mengawasi sejumlah kontrak listrik secara individu dilokasi yang berbeda, memantau kemajuan dan biaya yang keluar sesuai kesepakatan kontrak awal yang disepakati. Termasuk tanggung jawab untuk K3 karena ia mendatangi disemua lokasi kerja, oleh karena itu, ia memiliki gambaran semua karyawan perusahaan dan proyek-proyek yang sedang dilaksanakan. Manajer kontrak juga akan didukung oleh insinyur diesainer. Insinyur disainer akan bertemu dengan klien, arsitek dan profesional lainnya, untuk menafsirkan permintaan atau persyaratan yang diminta pelanggan. Ia akan menghasilkan spesifikasi disain, yang akan menetapkan disain rinci instalasi listrik dan memberikan informasi yang cukup untuk memungkinkan orang yang kompeten mudah melaksanakan instalasi tersebut. Spesifikasi disain juga akan memungkinkan biaya proyek tersebut dianggarkan dan masuk dalam kontrak hukum antara klien atau kontraktor utama (sipil) dan kontraktor listrik.

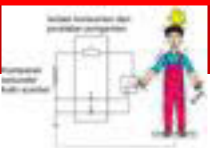


Industri elektroteknik

Tim elektrikal membahas pekerjaan di atas untuk perusahaan kontraktor listrik. Setiap kontraktor listrik adalah bagian dari industri elektroteknik. Pekerjaan kontraktor listrik merupakan salah satu sistem instalasi dan peralatan listrik, tetapi peran yang sangat mirip juga dilakukan oleh tim listrik bekerja dengan beberapa lembaga baik negeri maupun swasta. Pekerjaan instalasi listrik adalah memasang peralatan dan sistemnya, peralatan rumah tangga dan panel kontrol listrik yang diproduksi dirakit oleh tim listrik untuk memenuhi spesifikasi bidang kerja tertentu di sektor manufaktur maupun industri elektroteknik.

Dibagian apapun di industri elektroteknik bekerjanya, struktur organisasi perusahaan akan mirip satu dengan lainnya. Tim listrik di setiap bagian dari industri elektroteknik terdiri dari tim yang menekuni sebagai tukang listrik atau operator dengan tugas melaksanakan pekerjaan berstandar kompetensi yang tinggi serta terampil sekaligus mematuhi persyaratan peraturan yang relevan. Para tukang listrik didukung oleh seorang supervisor atau mandor yang mengerjakan bersama berbagai bagian pekerjaan tertentu atau produk lain, sehingga dapat memenuhi persyaratan dari klien atau pelanggan. Supervisor didukung oleh manajer, yang bertanggung jawab untuk merancang produk kelistrikan dalam semua ketentuan yang dipersyaratkan dan sesuai dengan spesifikasi yang relevan. Tukang listrik, pengawas, mandor atau manajer, bisa disebut sesuatu yang berbeda pada satu organisasi atau perusahaan elektroteknik. Tim yang memasang peralatan dan sistem atau memelihara peralatan dan sistem atau panel manufaktur, peralatan dan mesin listrik atau juga transformator. Setiap individu memiliki peran khusus untuk bekerja dalam yang tim telah dibahas sebelumnya tentang tim listrik.

Setiap individu adalah penting untuk keberhasilan tim dan keberhasilan perusahaan. Industri elektroteknik terdiri dari berbagai perusahaan individu, semua menyediakan layanan sesuai dengan keahlian, spesialisasi mereka sendiri untuk melayani para pelanggan, klien atau pengguna. Industri kontraktor listrik memberikan disain dan pemasangan pencahayaan dan instalasi listrik sehingga bangunan dan sistem



dapat diterangi dengan tepat, pengaturan tataudaranya, tingkat kenyaman dan memiliki sirkit listrik untuk menggerakkan peralatan listrik maupun elektronik. Penerangan darurat dan sistem keamanan yang dipasang pada bangunan diharapkan terjaga keamanannya pada situasi normal maupun situasi tak terduga yang merugikan. Adapun kegiatan dalam sistem kelistrikan diantaranya adalah:

a. *Pengelolaan gedung dan sistem kontrol*
   Adalah menyediakan pengontrolan gedung yang yang dipakai untuk kegiatan perniagaan atau kegiatan komersial lainnya.

b. *Sistem instrumentasi memungkinkan kita untuk memantau industri proses.*

c. *Pemeliharaan listrik memungkinkan kita untuk mempertahankan efisiensi semua sistem yang diinstal.*

d. *Kabel instalasi komputer dan kabel data serat optik menyediakan pengolahan data dan komunikasi dengan speedy.*

e. *Penyediaan sambungan tegangan tinggi dengan tegangan rendah (HV / LV)* dapat dilakukan dengan pemasangan instalasi baru dan layanan jaringan kabel tanpa perlu memutuskan pasokan listrik yang ada.

f. *Sistem kelistrikan jalan raya* membuat jalan kita, trotoar dan lorong-lorong yang lebih aman bagi pengguna kendaraan dan pejalan kaki.

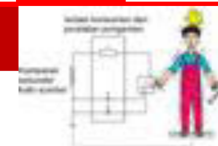
g. *Panel listrik*
   Memberikan perlindungan listrik, isolasi dan monitoring untuk sistem listrik pada bangunan komersial dan industri.

h. *Instalasi pengendali mesin listrik*
   Apasaja yang kita kendalikan membuat kita hidup nyaman, mulai dari kereta api, trem, lift dan unit AC.

Akhirnya, pelanggan elektronika komersial memungkinkan dapat menikmati kehidupan modern dengan sistem komunikasi yang cepat dengan mendengarkan music klasik dan menikmati televisi dengan layar lebar.

Perencana instalasi listrik

Perencanaan suatu instalasi listrik harus diyakini bahwa disain yang dibuat dapat memenuhi persyaratan peraturan pengkabelan untuk instalasi listrik sesuai IEE atau



PUIL bahkan peraturan lain yang relevan untuk instalasi tertentu. Disainer dapat dimungkinkan dari teknisi profesional atau insinyur yang tugasnya hanya untuk merancang sebuah instalasi listrik pada perusahaan kontraktor besar. Dalam sebuah perusahaan kecil, perancang mungkin akan melakukan pemasangan instalasi pelanggan sesuai ketentuan persyaratan. Perancang instalasi listrik adalah orang yang menafsirkan kebutuhan listrik pelanggan sesuai peraturan, mengidentifikasi jenis instalasi dan metode perlindungan yang cocok. Termasuk didalamnya perencanaan kontrol dan ukuran kabel yang akan digunakan jaringan instalasi listrik.

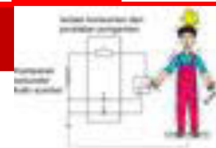
Sebuah instalasi listrik yang besar mungkin memerlukan beberapa kali pertemuan dengan para pelanggan maupun perwakilan dari kelompok profesional untuk mengidentifikasi spesifikasi apa yang dibutuhkan. Perancang kemudian dapat mengidentifikasi karakteristik instalasi listrik umum dan kompatibilitas dengan layanan umum dan peralatan K3 instalasi, dan orang-orang yang akan menggunakannya, harus menjadi pertimbangan penting. Ukuran dan kuantitas semua bahan, kabel, peralatan kontrol dan aksesoris dapat ditentukan kemudian. Setelah perencanaan harga dihitung, kemudian akan dilakukan tender. Ini adalah praktek umum untuk meminta sejumlah kontraktor listrik mengikuti tender atau mengirimkan harga untuk pekerjaan yang ditentukan oleh jumlah tagihan. Kontraktor harus menghitung biaya *semua bahan*, biaya *tenaga kerja* yang dibutuhkan untuk menginstal bahan dan termasuk *keuntungan* serta *biaya overhead* dalam rangka untuk mencapai *perkiraan akhir total* pekerjaan. Peserta tender biasanya mengajukan penawaran biaya terendah, namun tidak mesti selalu hal demikian memenangkan kontrak.

Untuk menyelesaikan kontrak dalam waktu yang ditentukan, kontraktor listrik harus menggunakan keterampilan manajemen yang diperlukan setiap berbisnis untuk memastikan bahwa orang dan bahan disiapkan dilokasi proyek ketika disyaratkan. Jika perubahan atau modifikasi instalasi listrik terjadi akibat dari spesifikasi riil diluar kondisi lapangan, maka permintaan pesanan harus dikeluarkan sehingga kontraktor listrik dapat dibayar sesuai perubahan pekerjaan. Spesifikasi untuk sistem

pengkabelan sangat ditentukan oleh konstruksi bangunan dan kegiatan yang akan dilaksanakan bila gedung selesai.

Sebuah bangunan industri, misalnya, akan memerlukan instalasi listrik yang menggabungkan fleksibilitas dan perlindungan mekanis. Hal ini dapat dipasang instalasi dengan pipa, kanal atau trunking. Dalam bangunan rumah flat, semua sambungan listrik harus dapat diakses dari satu lantai tanpa mengganggu kinerja pada flat lainnya.
Sebuah sistem saluran pipa, satu-satunya sambungan hanya boleh terjadi pada saklar lampu dan pada stop kontak, yang demikian akan memenuhi persyaratan ini. Untuk instalasi listrik rumah tangga skema pencahayaan yang tepat dan beberapa soket untuk sambungan peralatan rumah tangga, semua dapat dihitung dengan biaya yang wajar. Faktor penting yang biasanya dipakai ialah kabel berisolasi PVC dan sistem kabel berselubung. Pilihan akhir dari sistem pemasangan instalasi ini yaitu harus tetap bertumpu pada mereka yang merancang instalasi dan pemesan pekerjaan, tetapi sistem apapun yang digunakan pengerjaan yang baik bila dilakukan oleh orang yang kompeten dan hal penting yaitu hasil pekerjaan harus memenuhi peraturan.

Definisi orang yang kompeten adalah orang yang memiliki kemampuan untuk melakukan tugas tertentu dengan benar atau sesuai dengan prosedur. Secara umum dikatakan, teknisi listrik akan memiliki keterampilan yang diperlukan untuk melakukan berbagai kegiatan kompeten bidang listrik. Peraturan K3 menyatakan bahwa para tukang atau teknisi listrik harus kompeten (mempunyai sertifikat) untuk mencegah terjadinya bahaya. Sehingga dirinya atau orang lain tidak terkena risiko celaka akibat keterampilan yang tidak memadahi ketika berhadapan dengan peralatan listrik.
Orang biasa adalah orang yang tidak mempunyai keterampilan atau bukan orang yang dapat diperintah. *Orang terampil* adalah orang dengan pengetahuan teknis atau pengalaman yang cukup untuk dapat menghindari bahaya listrik.



Instruktur adalah orang cakap memberi instruksi atau mengawasi orang yang terampil dalam menghindari bahaya listrik.

Definisi

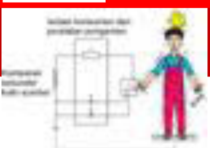
Karyawan dikelompokan sebagai ***orang biasa***, orang yang ***terampil***, ***instruktur*** atau orang yang kompeten.
Kenalilah orang disekitar saudara masing-masing, termasuk kategori yang mana?
Misalnya: diri sendiri, orang tua, atasan dll.

Keterampilan yang diperlukan dapat diperoleh melalui pelatihan teknis bidang listrik yang didalamnya akan dilakukan pengembangan pengetahuan keteknikan, sikap kerja yang benar dan dedikasi sesuai dengan ketrampilannya.

Perjanjian kontrak

Sebelum pekerjaan dimulai, beberapa bentuk kontrak harus disepakati antara kedua belah pihak, yaitu pihak 1, sebagai penyedia pekerjaan dan pihak 2 diterima sebagai pelaksana pekerjaan. Sebuah kontrak adalah dokumen formal yang mengatur ketentuan perjanjian antara kedua pihak. Bentuk standar kontrak bangunan biasanya terdiri dari empat bagian:

1. Kesepakatan harga kontrak, pekerjaan yang diusulkan dan tanggal masa kontrak.
2. Persyaratan kontrak, ini menyatakan hak dan kewajiban dari pihak yang bersangkutan, misalnya apakah akan ada pembayaran sementara untuk bekerja atau penalti jika pekerjaan tidak selesai tepat waktu.
3. Garansi, berisi rincian pengaturan biaya, misalnya tingkat yang harus dibayar untuk tambahan sebagai hari kerja, siapa yang bertanggung jawab atas cacat dan berapa banyak dendanya atau penangguhan pembayaran.
4. Suplemen kontrak, ini memungkinkan kontraktor listrik untuk menutup setiap pajak pertambahan nilai yang dibayar saat pengadaan material pada periode interim (sementara).



Dalam penandatanganan kontrak, kontraktor listrik telah setuju untuk melaksanakan pekerjaan dengan standar yang tepat dalam waktu yang dinyatakan dan disepakati termasuk untuk biayanya. Sisi lain mengatakan, kontraktor utama bangunan, setuju untuk membayar biaya pekerjaan setelah instalasi selesai. Jika timbul sengketa kontrak, bukti tertulis dari apa yang telah disepakati dan diberikan dapat dipakai sebagai pemecahan yang terbaik. Untuk pekerjaan listrik yang lebih kecil, kontrak lisan dapat disepakati, tetapi jika sengketa muncul tidak ada bukti tertulis dari apa yang telah disepakati dan kemudian menjadi masalah satu orang terhadap orang lain. Sebagai teknisi, mungkin saudara dipekerjakan oleh perusahaan listrik dan difasilitasi untuk melanjutkan studi lagi kejenjang diatasnya. Kombinasi kerja dan kuliah akan mempersiapkan karyawan dengan keterampilan dan pengetahuan lanjut untuk menjadi profesional yang memenuhi syarat sebagai tukang listrik, teknisi listrik ataupun supervisor listrik.

Dengan cara lain badan-badan profesional mendukung langkah positip oleh industri elektroteknik. Mereka menyediakan struktur bantuan, dukungan dan bimbingan kepada masing-masing perusahaan yang membentuk industri elektroteknik. Jadi mari kita lihat beberapa badan profesional yang mendukung organisasi elektroteknik di Eropa dengan harapan dikemudian hari akan terjadi di Indonesia.

Adapun organisasi dan kiprahnya sebagai berikut:

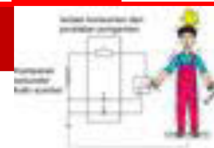
***The Institution of Engineering and Technology* (IET)**

IET ini dibentuk pada musim semi 2006 dengan membawa bersama Institution of Electrical Engineers (IEE) dan Institution Incorporated Engineers (IIE).

IET adalah masyarakat profesional terbesar untuk insinyur di Eropa.

The Institution of Electrical Engineers (IEE)

a. IEE didirikan pada tahun 1871
b. IEE menghasilkan Peraturan Pengkabelan IEE ke BS 7671
c. Mereka juga memproduksi banyak publikasi lain dan memberikan program



pelatihan untuk membantu para pekerja listrik, manajer dan supervisor untuk tetap up to date dengan perubahan peraturan yang relevan.

d. Petunjuk persyaratan untuk instalasi listrik dilokasi proyek.

e. Wiring Matters adalah majalah tribulanan yang diterbitkan oleh IEE berisi banyak topik yang dapat menjawab masalah dari kita pada industri elektroteknik.

f. Panduan listrik pada bangunan, menjelaskan persyaratan untuk operasi listrik.

g. Semua publikasi ini dapat dibeli dengan mengunjungi IET web situs di www.iet.org / toko atau email: sales@iet.org.uk.

Asosiasi Kontraktor Listrik (ECA)

a. ECA didirikan lebih dari 100 tahun yang lalu dan merupakan asosiasi bidang perdagangan mewakili perusahaan elektroteknik.

b. Keanggotaan terdiri dari perusahaan kontraktor listrik baik besar dan kecil.

c. Pelanggan mempekerjakan kontraktor listrik yang memiliki angota ECA dijamin bahwa pekerjaan yang dilakukan akan memenuhi semua peraturan yang relevan. Jika pekerjaan yang dilakukan gagal memenuhi standar, ECA akan mengatur untuk pekerjaan yang akan diperbaiki atau dibetulkan tanpa beban biaya.

d. Pekerjaan para anggota ECA secara teratur dinilai oleh asosiasi yang telah terakreditasi oleh lembaga inspeksi.

e. Perusahaan-perusahaan elektroteknik yang merupakan anggota ECA diijinkan untuk menampilkan logo ECA pada kendaraan perusahaan mereka dan kertas surat.

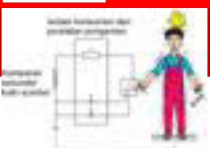
f. Informasi lebih lanjut dapat ditemukan di situs web ECA di www.eca.co.uk

Dewan Inspeksi Nasional untuk Persetujuan Listrik Instalasi (NICEIC)

a. NICEIC adalah sebuah organisasi independen mengatur keselamatan konsumen, melindungi pengguna instalasi listrik terhadap bahaya listrik.

b. Ini adalah industri badan pengawas keselamatan listrik.

c. NICEIC menerbitkan daftar kontraktor yang disetujui standar kerja secara teratur dinilai oleh insinyur diwilayah regional.



d. Pelanggan dapat bekerjasama dengan kontraktor listrik yang telah memiliki organisasi profesi dibidang kelistrikan(missal: NICEIC) dapat diyakini bahwa pekerjaan yang dilakukan akan memenuhi semua standar yang relevan. Jika pekerjaan yang dilakukan tidak memenuhi standar relevan,
nama kontraktor listrik akan dihapus dari NICEIC. Daftar yang disetujui telah mencakup beberapa pekerjaan, seperti pekerjaan otoritas lokal, hanya tersedia untuk kontraktor NICEIC yang disetujui.

e. Informasi lebih lanjut dapat ditemukan di www.niceic.org.uk

Serikat pekerja

a. memiliki sejarah panjang mewakili para pekerja dalam industri dan perdagangan.
b. Serikat-serikat buruh yang relevan bernegosiasi dengan organisasi para pengusaha tentang gaji dan kondisi kerja para anggotanya.
c. Serikat pekerja yang mewakili karyawan di industri elektroteknik di era milenium ini disebut Amicus.
d. Melalui jaringan area lokal dari fices serikat menawarkan nasihat dan dukungan bagi para anggotanya. Mereka juga akan memberikan nasehat hukum dan perwakilan, jika anggota mengalami kecelakaan serius sebagai akibat dari K3 atau terjadi perselisihan dengan perusahaan. Informasi lebih lanjut dapat ditemukan di www.amicustheunion.org

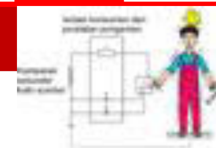
Organisasi Profesi

Apakah perusahaan yang saudara ketahui memiliki sebuah organisasi profesi atau perdagangan?

Mengapa mereka menjadi anggota dan apa keuntungan?

Apakah serikat pekerja itu? Beri contoh?

Apa hak dan kewajiban anggota serikat pekerja.



Cek pemahaman knowledge

Ketika telah menjawab pertanyaan, bandingkan dengan jawaban dibagian belakang buku ini.

Catatan :

Lebih dari satu jawaban pilihan ganda kemungkinan benar.

---

1 . Sebuah perusahaan manufaktur elektroteknik **white good** mungkin akan menyebut dirinya :

a . sebuah perusahaan kontraktor listrik

b . sebuah perusahaan bangunan panel

c . perusahaan motor listrik

d . peralatan dan produsen mesin .

2 . Sebuah perusahaan elektroteknik menginstal penerangan dan sistem tenaga listrik gedung mungkin akan menyebut dirinya :

a . perusahaan kontraktor listrik

b . sebuah perusahaan bangunan panel

c . sebuah perusahaan re - wind motor listrik

d . peralatan dan produsen mesin .

3 . Sebuah perusahaan elektroteknik re-winding trafo dan motor listrik mungkin akan menyebut dirinya :

a . perusahaan kontraktor listrik

b . sebuah perusahaan bangunan panel

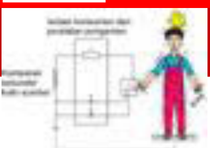
c . sebuah perusahaan re - wind bermotor

d . suatu peralatan produsen mesin .

4 . Perusahaan kontraktor listrik terutama swithcgear, perlindungan , memonitor dan control peralatan :

a . perusahaan kontraktor listrik

b . membuat panel distribusi



c . perusahaan menggulung motor

d . produksi alat dan mesin.

5 . Penerangan darurat dan system keamanan

a . membuat jalan dan trotoar yang aman bagi orang-orang

b . memantau proses industri

c . memastikan bahwa bangunan aman

d . provide a controlled environment for people in buildings .

6 . building management and control systems

a . membuat jalan dan trotoar yang aman bagi orang-orang

b . memantau proses industri

c . menjamin bangunan aman

d . menyediakan lingkungan yang terkendali untuk orangtinggal di gedung .

7 . Sistem instrumentasi listrik

a. make jalan dan trotoar yang aman bagi orang-orang

b . memantau proses industri

c . memastikan bahwa bangunan aman

d . menyediakan lingkungan yang terkendali untuk orang-orang di gedung-gedung .

8 . Sistem kelistrikan jalan raya

a . membuat jalan dan trotoar aman

b . memantau proses industri

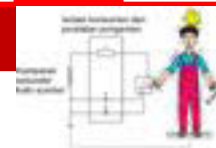
c . memastikan bahwa bangunan aman dan aman dalam bangunan.

9 . Sebuah listrik dewasa memiliki tanggung jawab atas seluruh desain dan penyelesaian kontrak kecil mungkin akan disebut:

a . manajer contracts

b . supervisor atau mandor

c . operatif terampil



d . mekanik .

10 . Seseorang melakukan pekerjaan listrik tingkat keterampilan tinggi dan kompetensi di bawah bimbingan supervisor mungkin akan disebut:

a . manajer kontrak

b . supervisor atau mandor

c . operasi terampil

d . tukang mekanik .

11 . Seseorang yang bertanggung jawab untuk sejumlah pekerjaan listrik yang besar di lokasi proyek yang berbeda mungkin akan disebut:

a . manajer kontrak

b. supervisor atau mandor

c . operasi terampil

d . tukang mekanik .

12 . Sebuah operasi terampil yang memiliki keahlian inti dan kualifikasi teknik mesin mungkin akan disebut:

a . manajer kontrak

b . supervisor atau mandor

c . operasi terampil

d . tukang mekanik .

13 . Sebuah organisasi profesional yang mewakili dan mendukung karyawan elektroteknik:

a . NICEIC

b . ECA

c . IEE

d . Amicus

14 . Sebuah organisasi profesional yang mewakili dan mendukung perusahaan elektroteknik

a . NICEIC The

b . ECA

c . IEE

d . Amicus , Uni.

15 . Tentukan apa yang dimaksud dengan industri elektroteknik .

16 . Pikirkan tentang orang di perusahaan yang memiliki jabatan pengawas atau mandor. Apa namanya, dan apa tanggung jawabnya di tempat kerja.

17. Pikirkan tentang orang di perusahaan yang memiliki pekerjaan jabatan manajer kontrak atau manajer proyek. Apa atau namanya, dan apa tanggung jawabnya di tempat kerja .

18 . Pikirkan tentang orang yang diperusahaan disebut sebagai operator terampil. Apa namanya, apa yang dia lakukan ditempat kerja dan apa kualifikasinya .

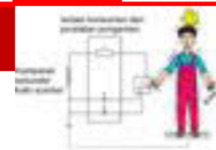
19 . Gunakan diagram blok yang dinotasikan untuk menunjukkan struktur organisasi perusahaan elektroteknik mulai dari manajer sampai tukang listrik. .

20 . Apakah perusahaan elektroteknik milik ECA atau NICEIC tersebut? Apakah boleh kendaraan perusahaan menampilkan ECA atau logo NICEIC, jika demikian :

a . mengapa perusahaan Anda ingin mengiklankan fakta bahwa itu milik ECA atau NICEIC?

b . apa keuntungan menjadi anggota perusahaan dari ECA atau NICEIC?

c . apakah ECA atau NICEIC Inspektur panggilan setahun sekali , jika demikian mengapa , apa dia lakukan? Saudara mungkin ingin meminta atasan untuk membantu dengan pertanyaan ini.

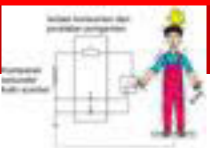


21. Mendefinisikan arti dari kata-kata orang biasa dalam konteks elektroteknik.

22. Mendefinisikan arti dari kata-kata orang yang kompeten dalam konteks elektroteknik.

23. Mendefinisikan arti dari kata-kata orang yang ahli dalam konteks elektroteknik.

24. Mendefinisikan arti dari kata-kata menginstruksikan orang dalam kontek elektroteknik.



Pembelajaran 1

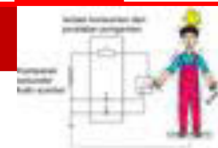
Bekerja efektif dan aman

Kegiatan 3.

Sumber informasi teknis dan komunikasi

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) Menyebutkan sumber informasi teknis
2) Mengidentifikasi jenis gambar dan diagram
3) Membaca simbol



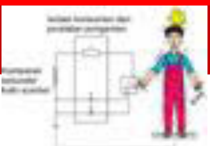
Komunikasi

Ketika kita berbicara tentang komunikasi yang baik adalah kita berbicara tentang mentransfer informasi dari satu orang ke orang lain dengan cepat dan akurat. Tindakan ini dalam rangka berbicara dengan orang lain, melihat gambar dan membaca rencana kemudian mendiskusikannya dengan rekan-rekan dari unsur perusahaan yang sama atau dengan para profesional lain yang memiliki satu kepentingan dalam sebuah proyek. Informasi teknis yang digunakan dalam industri berasal dari berbagai sumber. Peraturan IEE (BS 7671) adalah sebagai petunjuk dan membentuk dasar dari semua perhitungan disain listrik dan metode instalasi. PUIL, British Standards, Standar Harmonised Eropa dan Kode Etik memberikan informasi rinci untuk setiap sektor industri elektroteknik, kesemuanya akan mempengaruhi disain dan pertimbangan yang akan dipakai sebagai masukan untuk sebuah keputusan.

Sumber informasi teknis

Peralatan dan aksesori yang tersedia dapat digunakan pada berbagai situasi tertentu sehingga sering ditemukan katalog produk yang komprehensif maupun katalog dari berbagai distributor besar tentang layanan untuk industri elektroteknik. Semua informasi teknis ini dapat didistribusikan dan diambil dengan menggunakan:

a. gambar konvensional dan diagramnya, akan dapat kita lihat secara rinci dibawah.
b. sketsa gambar untuk mengilustrasikan sebuah ide atau bentuk kelompok dalam pengadaan peralatan listrik.
c. Internet dapat digunakan untuk men-download peraturan-peraturan yang relevan
d. Internet juga dapat digunakan untuk men-download informasi K3.
e. CD, DVD , USB memory stick dan email dapat digunakan untuk berkomunikasi dan menyimpan informasi elektronik
f. mesin faksimili (faks) dapat digunakan berkomunikasi oleh para profesional yang sibuk atau lainnya, informasi yang disampaikan dapat berupa sebuah proyek yang sedang dikerjakan bersama-sama.

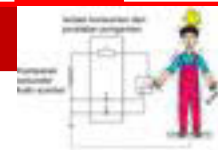


Jika bekerja di kantor perusahaan dengan tersedia fasilitas akses ke komputer secara online, maka informasi teknis dapat diperoleh dengan cepat hanya dengan bantuan menekan jari kita atau cukup klik mouse, sudah on the way. Bagaimanapun, barang-barang yang ditaruh dimeja kerja adalah menjadikan lingkungan yang tidak bersahabat untuk laptop dan begitu juga untuk hard copy data apapun adalah lebih baik di lokasi proyek. Mari sekarang kita lihat pada jenis gambar dan diagram yang kita gunakan di industri sebagai informasi teknis yang disampaikan kepada rekan-rekan dan profesional lainnya. Jenis diagram yang akan digunakan harus disesuaikan dengan situasi tertentu adalah merupakan salah satu metode paling sesuai dengan bentuk komunikasi informasi yang diinginkan.

Rencana atau gambar tataletak

Ini adalah gambar skala berdasarkan site plan arsitek bangunan dan dengan ditunjukkan posisi peralatan listrik yang akan dipasang. Peralatan listrik diidentifikasi oleh simbol grafis. Simbol standar yang digunakan oleh industri kontraktor listrik adalah yang direkomendasikan oleh peraturan terkait dengan simbol grafis untuk tenaga listrik, telekomunikasi dan diagram elektronika. Beberapa simbol instalasi listrik lebih umum diberikan pada Gambar 3.1.

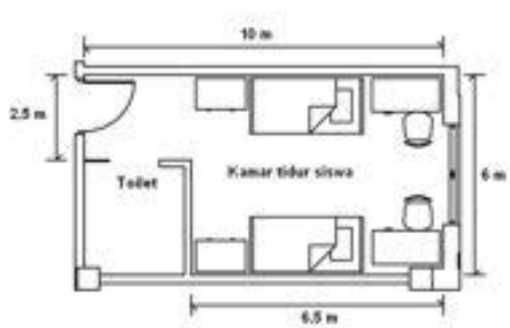
Perencanaan lapangan atau gambar tata letak akan digambar berskala, lebih kecil dari ukuran sebenarnya bangunan, sehingga ditemukan ukuran aktualnya dengan mengukur jarak pada gambar kemudian kalikan dengan skala. Misalnya, jika rencana gambar skala 1:100 , maka 10 mm pada site plan sesungguhnya adalah 1 m, jika diukur dalam gedung setelah jadi. Gambar tata letak atau site plan dari perpanjangan domestik kecil ditunjukkan pada Gambar 3.2 . Hal ini dapat dilihat bahwa posisi sambungan panel listrik, terletak di gudang yang juga berisi satu lampu dikendalikan oleh sakelar di pintu. Kamar mandi berisi satu titik cahaya yang dikendalikan oleh saklar di pintu. Dapur memiliki dua pintu dan saklar dipasang di setiap pintu untuk mengontrol luminer lampu. Juga tiga soket ganda terletak di sekitar dapur. Ruang duduk memiliki dua



arah saklar pada setiap pintu untuk mengendalikan titik lampu pusat . Dua dinding lampu dengan switch built-in dipasang satu di setiap sisi jendela.

Dua soket ganda dan satu soket dilengkapi sakelar juga harus dipasang diruang duduk atau ruang tamu. Kamar memiliki dua titik pencahayaan dikontrol secara independen oleh dua sakelar satu arah di pintu. Rangkaian diagram pengkabelan dan prosedur instalasi untuk semua sirkuit ini dapat ditemukan pada bab berikutnya.

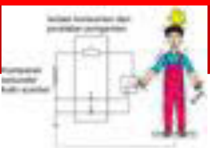
Gambar:
Tanyakan pada teman atau orang yang berpengalaman seperti berikut:
Bagaimana skala gambar kerjanya?
Gambar simbol untuk beberapa alat atau mesin rumah tangga.

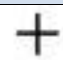
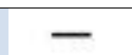
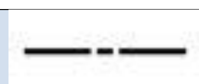
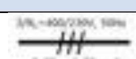


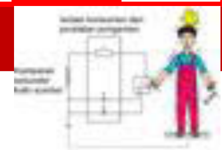
Gambar 3.1.: Tataletak

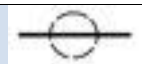
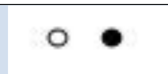
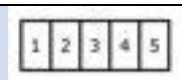
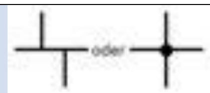
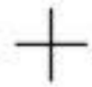
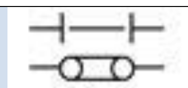
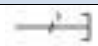
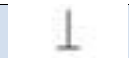
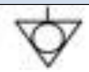
Gambar tataletak

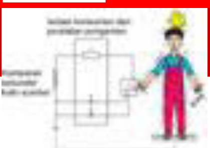
Ketika gambar instalasi listrik selesai diproduksi jumlah satu set, harus dapat ditunjukkan posisi akhir dari semua peralatan listriknya. Dalam tahap pembangunan dan proses pemasangan instalasi listrik, kadang-kadang diperlukan modifikasi posisi peralatan seperti ditunjukkan pada gambar tata letak, misalnya, posisi pintunya telah diubah. Gambar tata letak atau rencana lay out menunjukkan niat awal untuk posisi peralatan, sedangkan gambar pelaksanaan menunjukkan posisi akhir sebenarnya peralatan setelah kontrak selesai.

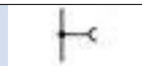


Gambar Simbol	Keterangan
	Penghantar DC
	AC, Bolak-balik
	DC , AC
	Arus bolak-balik dengan frekuensi 50 Hz
	Arus bolak-balik dengan frekuensi 50 Hz 400/230V
	Kutub Positive
	Kutub Negatif
	Penghantar umum
	Penghantar pengaman
	Pengantar netral
	Diagram tunggal 3 penghantar
	Tegangan 400V, 50Hz, Tiga hanataran, von 70mm² und Hantaran netral von 35mm²



	Penghantar berpelindung
	Penghantar fleksibel
	Klem terbuka dan kuat
	Tanda Sambungan hantaran
	Klem deret, daftar
	Percabangan
	Dobel Percabangan
	Persilangan
	Ierminal pemisah
	Titik netral system 3 fase
	Pentanahan , symbol umum
	Pengaman pentanahan
	Massa
	Penyama tegangan



	Titik sambungan pentanahan

Gambar 3.2.: Simbol instalasi listrik.

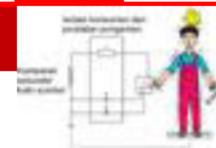
Gambar:

Luangkan waktu sejenak untuk menjelaskan perbedaan antara:

1. gambar tata letak dan
2. gambar pasangan.



Gambar 3.3.: Menggambar layout atau denah lokasi dari instalasi listrik kecil.



Gambar detail dan gambar perakitan

Ini adalah gambar tambahan yang dibuat oleh arsitek untuk klarifikasi beberapa titik secara detail. Misalnya, gambar yang dihasilkan memungkinkan memberikan lagi deskripsi lebih lengkap tentang pengaturan pada langit-langit atau perakitan material logam untuk langit-langit.

Gambar tataletak

Gambar tataletak mengidentifikasi tempat dimana barang berada. Mungkin posisi tutup lubang memberikan akses ke saluran air tersebut. Mungkin posisi semua keran air stop atau posisi alat kelengkapan penerangan darurat sudah tepat. Jenis informasi ini dapat ditempatkan pada lembar kosong lain dari rencana lokasi arsitek atau pada gambar tambahan.

Rencana rute kabel distribusi

Pada instalasi skala besar mungkin ada lebih dari satu posisi pasokan listrik. Kabel distribusi dapat menyebar dari lokasi induk listrik pada posisi saluran cabang. Lokasi sub - induk dan rute yang diambil oleh kabel distribusi dapat ditampilkan pada salinan kosong (tambahan) arsitek site plan atau sebagai gambar listrik yang sudah terpasang.

Blok diagram

Sebuah gambar blok diagram adalah diagram sederhana dimana item vareatif atau bagian peralatan digambarkan oleh sebuah kotak persegi atau persegi panjang. Tujuan dari blok diagram adalah untuk menunjukkan bagaimana rangkaian pada komponen saling berhubungan satu sama lain dan oleh karena itu, rangkaian detail pada masing-masing blok tidak ditampilkan. Gambar 3.4. menunjukkan diagram blok sistem kontrol pemanas ruangan.

Wiring diagram

Sebuah diagram pengkabelan atau diagram sambungan menunjukkan hubungan rinci antar komponen pada peralatan. Gambar tidak menunjukkan bagaimana peralatan atau rangkaian bekerja. Tujuan dari diagram pengkabelan adalah untuk

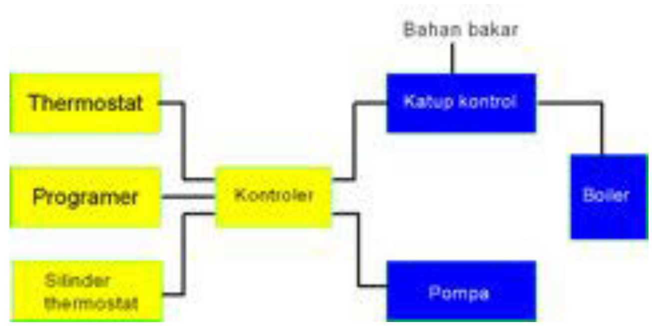
membantu seseorang merangkai kabel sesuai dengan gambar diagram. Gambar 3.5 menunjukkan wiring diagram untuk sistem kontrol pemanas ruangan.

Diagram rangkaian

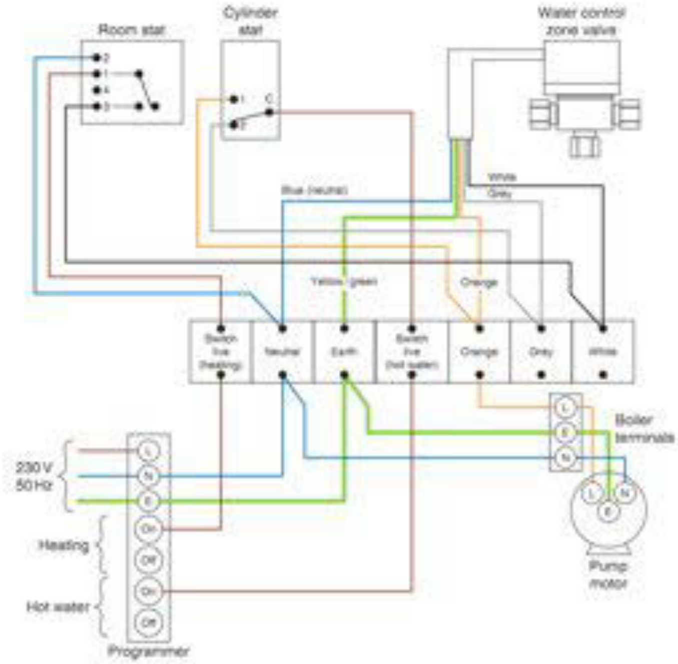
Sebuah diagram rangkaian menunjukkan dengan jelas bagaimana rangkaian bekerja. Semua bagian penting dan penyambungannya ditunjukan oleh simbol grafisnya. Tujuan dari diagram rangkaian adalah untuk membantu pemahaman kita tentang rangkaian. Ini akan susun sejelas mungkin, tanpa memperhatikan bentuk fisik dari komponen yang sebenarnya, oleh karena itu, mungkin rangkaiannya tidak nyaman dilihat.

Skema diagram

Sebuah diagram skematik adalah diagram secara garis besar, misalnya, rangkaian motor starter. Menggunakan simbol grafis untuk menunjukkan keterkaitan elemen listrik dalam sebuah rangkaian. Ini membantu kita untuk memahami operasi kerja sirkuit tetapi tidak membantu dalam menunjukkan kita bagaimana mengawati komponen. Sebuah skema diagram listrik terlihat sangat jelas dan enak dipahami. Gambar 3.6. sistem control pemanas ruang. Sedangkan Gambar 3.7. adalah diagram pengawatan rangkaian DoL.



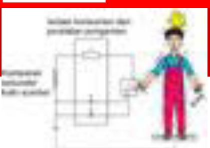
Gambar 3.4.: Skema blok diagram rangkaian kontrol pemanas ruang

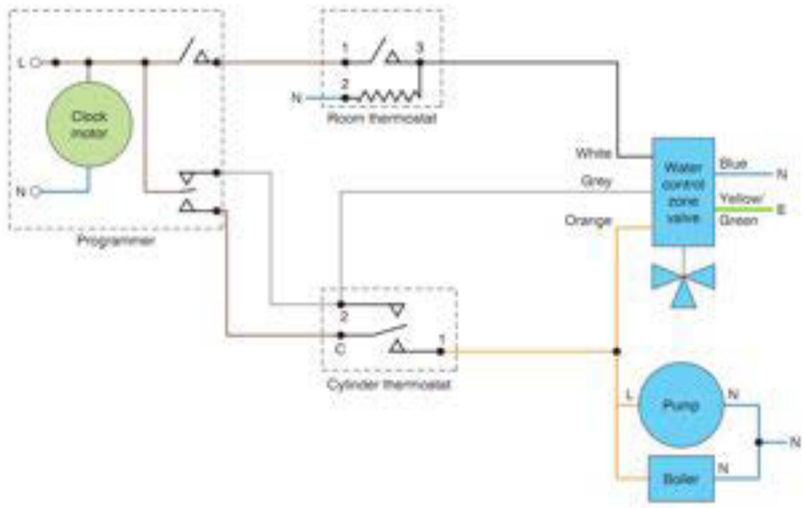


Gambar 3.5.: Diagram pengawatan

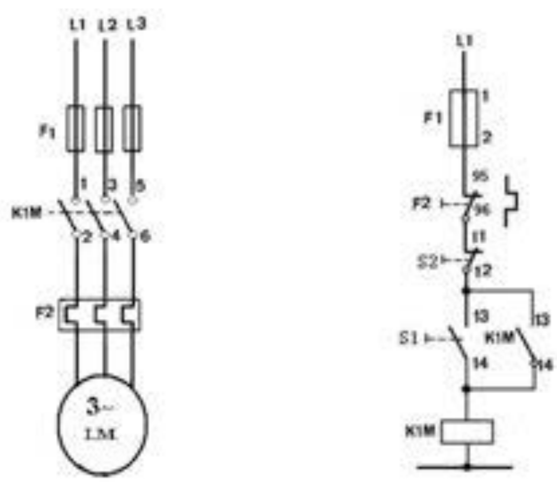
Gambar skets

Gambar kerja dengan tangan atau gambar sketsa adalah cara yang lain dimana kita dapat berkomunikasi dengan ide-ide baru. Gambar-gambar baut dapat dilakukan dengan menggambar sket. Sebuah gambar sket dapat dilakukan sebagai sebuah draft awal sebuah ide sebelum gambar sesungguhnya dibuat. Hal ini sering lebih mudah untuk menghasilkan skets ide atau niat untuk menggambarkan rencana sesungguhnya atau hanya sebuah daftar instruksi. Untuk menyampaikan pesan atau informasi secara jelas, lebih baik membuat gambar sketsa ukuran besar daripada terlalu kecil. Hal ini juga harus berisi semua dimensi yang diperlukan untuk dapat menunjukkan dengan jelas ukuran dari objek yang akan digambar.





Gambar 3.6: Sistem control pemanas ruang



Gambar 3.7: Diagram rangkaian DoL (Direct on Line)

Semua gambar dan komunikasi gambar proyek tersebut harus ditujukan untuk memuaskan kemauan klien. Adalah klien yang akan membayar tagihan akhir yang pada gilirannya, juga akan membayar gaji karyawan perusahan. Pengaturan rinci tentang apa yang harus dilakukan untuk memenuhi keinginan klien yang terkandung

pada dokumen spesifikasi dan semua upaya perusahaan harus diarahkan untuk memenuhi seluruh spesifikasi, tidak lebih.

Sistem referensi posisi

Sebuah sistem referensi posisi dapat digunakan untuk menandai posisi yang tepat dalam ruangan. Ini menggunakan sistem referensi dengan kisi-kisi sederhana untuk menandai titik pada ruang tertutup oleh jala-jala. Sangat mudah untuk dipahami, jika kita mempertimbangkan sebuah contoh khusus digunakan ketika membangun sebuah prototipe rangkaian elektronik pada papan matrik. Papan matrix terisolasi penuh lubang di mana kita dapat memasukkan pin kecil dan kemudian melampirkan komponen elektronik.

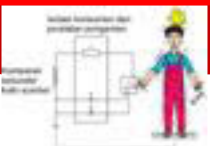
Untuk mengatur kisi-kisi referensi, dihitung sepanjang kolom di bagian atas papan, mulai dari kiri dan kemudian menghitung baris mundur. Posisi titik 04:03 artinya posisi 4 lubang dari kiri dan 3 lubang ke bawah.

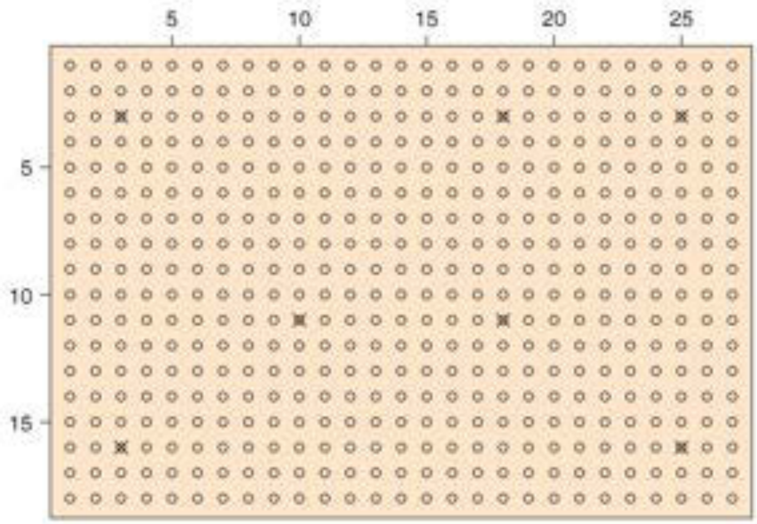
Siapkan papan matrik, atau papan seperti berikut ini:

a. Putar papan matrik sehingga straight edge diproduksi adalah sisi atas dan kiri.

b. Gunakan ujung pena, rasakan dan tandai lubang sejumlah lima disepanjang tepi atas dan tepi bawah kiri seperti ditunjukkan pada Gambar 3.8. Kemudian pin dapat dimasukkan sesuai kebutuhan dengan sejumlah pin sebgai titik acuan.

Menghitung dari sisi kiri papan ada adalah 3:3 , 3:16 , 10:11 , 18:3 , 18:11 , 25:3 dan 25:16.





Gambar 3.8.: Sistem referensi posisi

Komunikasi telepon

Telepon saat ini memainkan satu peran yang paling penting dan memungkinkan orang untuk berkomunikasi satu sama lain. Kita tidak kesepian sendiri bila memiliki telepon. Jika ada masalah kerja silahkan langsung menelepon supervisor atau mandor untuk minta bantuan. Keuntungan dari pesan telepon dapat melalui pesan tertulis secara cepat, kerugiannya adalah bahwa tidak ada catatan yang disimpan dari perjanjian yang dibuat melalui telepon . Oleh karena itu, perjanjian bisnis yang dibuat di telepon sering diikuti dan ditindaklanjuti dengan konfirmasi tertulis. Ketika telepon diangkat, ingat bahwa kita tidak bisa dilihat dan melihat, karena itu, gerak tubuh dan ekspresi wajah tidak akan membantu untuk membuat disana mengerti. Selalu bersikap sopan dan berusaha membantu ketika menjawab telepon perusahaan. Bahwa, saudara adalah mewakili perusahaan pada saat mengangkat telepon. Berbicaralah dengan jelas dan cukup keras untuk didengar tetapi tanpa berteriak, terdengar ceria dan menuliskan pesan jika diminta. Selalu membaca kembali apa yang telah ditulis pada kertas atau format untuk memastikan bahwa kita telah benar memahami apa yang dimaksudkan si penelepon. Banyak perusahaan sekarang menggunakan catatan pesan telepon standar seperti

itu ditunjukkan pada Gambar 3.9. karena mereka mendorong orang untuk dapat mengumpulkan semua informasi yang relevan. Ketika membuat panggilan telepon, pastikan saudara tahu apa yang ingin dikatakan atau diminta. Buatlah catatan kepastian waktu, tanggal dan lainnya yang relevan, informasi disiapkan sebelum membuat panggilan.

Telephon-Massage

Tanggal : .... **Waktu :** ....

Pesan kepada : ....

Pemesan (nama) : ....

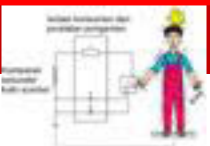
Alamat (Kantor) : ....

Tephone : ....

Message :

Pesan diterima oleh: ....

Gambar 3.9: Catatan pesanan telepon



Cek pemahaman knowledge

Ketika telah menjawab pertanyaan, bandingkan dengan jawaban dibagian belakang buku ini.

Catatan :

Lebih dari satu jawaban pilihan ganda kemungkinan benar.

---

1. Sebuah gambar skala yang menunjukkan niat awal letak atau posisi peralatan listrik disebut:

a. wiring diagram

b. gambar rinci perakitan

c. site plan atau gambar tata letak

d. sebagai gambar pasangan.

2. Skala gambar yang menunjukkan posisi sebenarnya dari peralatan listrik setelah selesainya kontrak disebut:

a. wiring diagram

b. gambar rinci perakitan

c. site plan atau gambar tata letak

d. sebagai gambar pasangan.

3 . Sebuah gambar skala menunjukkan posisi peralatan dengan simbol grafis adalah deskripsi dari :

a . blok diagram

b . site plan atau diagram tata letak

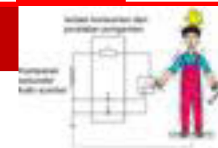
c . wiring diagram

d . sirkit diagram.

4 . Sebuah diagram yang menunjukkan hubungan rinci antara setiap item peralatan adalah deskripsi dari :

a . blok diagram

b . site plan atau diagram tata letak



c . wiring diagram

d . sirkit diagram .

5 . Sebuah diagram yang menunjukkan dengan jelas bagaimana rangkaian bekerja, dengan semua item diwakili oleh simbol grafis adalah deskripsi dari :

a . blok diagram

b . site plan atau diagram tata letak

c . wiring diagram

d . sirkit diagram.

6 . Sebuah rencana tataletak memiliki skala 1:100. Dari skala gambar dapat dilihat soket diposisikan pada dinding 40 cm dari sudut ruangan di mana orang berdiri. Seberapa jauh jarak soket sesungguhnya dari sudut ruangan ukuran posisi sesungguhnya :

a . 0,4 m

b . 4.0 m

c . 10.0 m

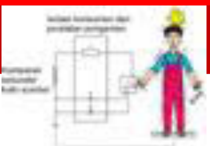
d . 40.0 m .

7. Sketsa denah lokasi atau gambar tata letak ruangan yang biasanya digunakan menunjukkan posisi semua aksesori listrik di ruang dengan menggunakan simbol.

8 . Metode apa yang bisa digunakan untuk mencari dan menyimpan beberapa informasi tentang K3.

9 . Metode apa yang akan digunakan untuk mencari tahu bahwa bahan yang Diharapkan atau dipesan belum tiba.

10. Metode apa yang akan digunakan untuk mengirim daftar panjang bahan yang dibutuhkan untuk pekerjaan dilapangan, hingga pengiriman barang ke lokasi



proyek. Gunakan poin-poin penting.

11 . Apa keuntungan dan kerugian memiliki sumber informasi teknis pada:

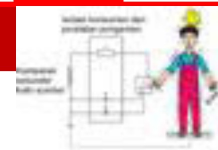
a . Beberapa bentuk sistem penyimpanan elektronik seperti CD , DVD atau USB memory stick atau

b . Hard copy seperti katalog atau gambar. Apakah ada bedanya jika berada di kantor atau di lokasi proyek?

12 . Sebutkan keuntungan dan kerugian dari:

a . pesan telepon

b . pesan tertulis .



Pelajaran II

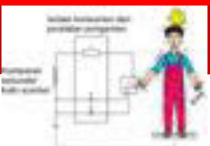
Prinsip teknologi

Kegiatan 4.

Teori dan satuan dasar teknik listrik

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) Menjelaskan tentang arus listrik, tegangan, resistansi, gaya, massa, daya dan energi listrik.
2) menyatakan hubungan antara resistensi, panjang dan luasan.
3) menyatakan hubungan antara gaya, massa, berat dan gaya putar (mekanika dasar)
4) menyatakan efisiensi dari mesin
5) menyatakan fitur konstruksi dan prinsip-prinsip dari alternator sederhana
6) menyatakan rms maksimum dan nilai rata-rata dari bentuk gelombang a.c.



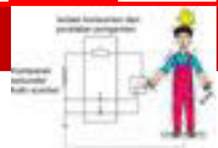
Satuan

Awal penentuan satuan pengukuran didasarkan pada hal-hal yang sederhana dan berikutnya langkah kreasi yang lebih jauh kedepan, semakin jauh bahkan semakin panjang dan mendapatkan sesuatu keyakinan. Misalnya: jarak, diukur dari hidung dan uluran sepanjang tangan orang, berat, ukuran dipakai sebuah batu, waktu, mengukurnya dengan durasi lamanya dalam satu hari. Selama bertahun-tahun, akhirnya satuan baru diperkenalkan dan yang lama dimodifikasi. Diberbagai cabang ilmu pengetahuan dan rekayasa teknologi juga didalami sebuah teori isolasi. Bidang ini mempunyai satuan sendiri, kesimpulan akhirnya adalah diperoleh berbagai vareasi satuan yang luar biasa.

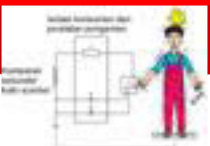
Dalam semua cabang ilmu pengetahuan dan rekayasa dibutuhan sistem dalam penggunaan satuan, agar semua orang mudah dalam menggunakan. Pada tahun 1960, konferensi ***Weight and Measures*** disepakati adanya sistem satuan internasional yang kemudian disebut dengan ***System International d'Unit*** disingkat satuan SI. Satuan SI didasarkan pada sejumlah satuan dasar dan dari satuan dasar inilah selanjutnya dapat diturunkan dengan satuan lain. Tabel 4.1 dijelaskan beberapa satuan dasar dan kita akan menggunakan dalam pembahasan kelistrikan lebih lanjut. Seperti pada semua sistem matrik, satuan SI memiliki keunggulan sempurna dengan menampilkan kelipatan atau pembagian bahkan menambah atau mengurangi dengan ukuran satuanberbagai pangkat 10. Beberapa hal yang lebih umum dan simbol dapat ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1.: Satuan dasar SI

Kuantitas	Pengukuran	Satuan dasar	Simbol	Catatan
Luas	Panjang x lebar	Meter	m^2	
Arus I	Arus listrik	persegi	A	
Energi	Usaha	Amper	J	Joul adalah



		Joule		satuan terkecil
Gaya	Kemampuan		N	3,6 x 10 6
Frekuensi	badan	Newton	Hz	J- 1 kWh
Panjang	Jumlah getaran	Hertz	m	
	Jarak	Meter		1 ton = 100kg
Massa			Kg	
Flux magnet	Jumlah barang	Kilogram	Wb	1 periode
Kepadatan	Energi magnet	Weber	T	adalah 20 ms,
flux magnet	Jumlah garis gaya	Tesla		pada f=50 Hz
	magnet			
Tegangan			V	Tahanan jenis
Periode T	Voltase	Volt	S	tembaga ρ
Daya	Waktu satu periode	Detik		= 0,0175
Resistansi	Kemapuan kerja		Ω	W
	Perlawanan aliran	Ohm		
Temperatur	arus		K	
Waktu	Panas atau dingin	Kelvin	S	
Berat	Waktu	detik	Kg	
	Gaya yang	Kilogram		
	diberikan oleh			
	massa			

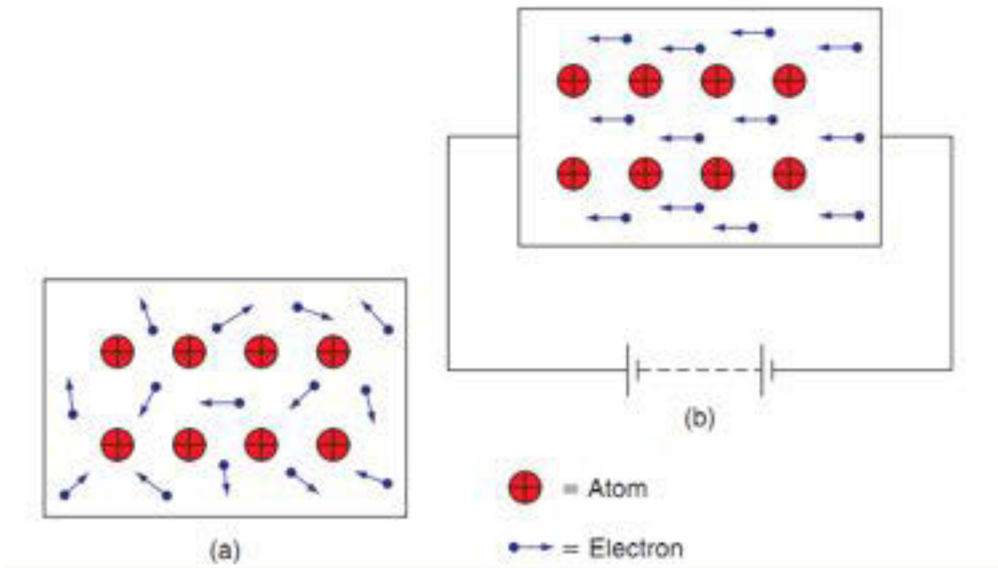


Tabel 4.2.: Simbol dan faktor pengali

Satuan	Simbol	Pengali
Mega	M	$\times 10^6$
Kilo	K	$\times 10^3$
Hecto	H	$\times 10^2$
Decca	da	$\times 10$
Deci	D	$\times 10^{-1}$
Centi	C	$\times 10^{-2}$
Milli	M	$\times 10^{-3}$
Micro	μ	$\times 10^{-6}$

Teori rangkaian dasar

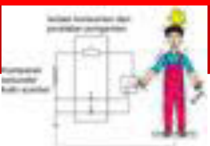
Semua benda terbuat dari atom-atom yang tersusun mereka sendiri pada struktur mereka sediri secara teratur didalam setiap bahan. Atom terdiri dari inti, inti bermuatan positif, dikelilingi oleh elektron bermuatan negatif. Sifat listrik dari material sangat tergantung pada seberapa erat ini elektron terikat pada inti pusat. Konduktor merupakan bahan di mana elektron terikat pada inti pusat longgar dan oleh karena itu, elektron mudah dan bebas melayang di sekeliling materi secara acak dari satu atom ke atom yang lain, seperti ditunjukkan pada Gambar . 4.1(a). Bahan konduktor yang baik termasuk tembaga, kuningan, aluminium dan perak.



Gambar . 4.1.: Atom dan electron pada bahan

Sebuah isolator merupakan bahan di mana elektron terluar terikat erat dengan inti, sehingga elektron bebas melayang tidak ada atau sulit lepas dari inti untuk bergerak di sekitar materi. Bahan isolasi yang baik adalah Poly Vinyl Clorid, karet, kaca dan kayu kering. Jika baterai terpasang pada konduktor seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1 (b), elektron bebas melayang dalam satu arah saja . Elektron bebas merapat pada plat baterai kutub positif dan electron bebas dekat plat negative baterei. Untuk setiap elektron akan memasuki terminal positif baterai, satu elektron akan dikeluarkan dari terminal negatif, sehingga jumlah elektron dalam konduktor tetap terjaga konstan.

Setiap elektron yang melayang-layang menuju kutup positip baterei melalui konduktor, hal ini dikenal sebagai arus listrik, diukur dalam ampere dan diberi simbol I. Dalam keadaan I terus mengalir, syaratnya rangkaian harus tertutup ***closed loop***, sehingga elektron akan berpindah atau bergerak. Jika rangkaiannya terputus karena saklar terbuka, aliran elektron akan segera berhenti. Akibat arus listrik mengalir



terus menerus di sekitar sirkuit, diperlukan pengendalian gaya, sebagaimana pompa sirkulasi air yang diperlukan pengendalian di sekitar sistem pemanas sentral. Pengendalian gaya ini adalah gaya gerak listrik (ggl).

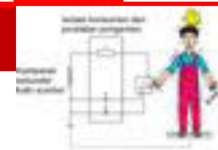
Setiap kali sebuah elektron mengalir melewati sumber ggl, banyak energi yang disediakan untuk mengirimkan disepanjang rangkaian. Ggl selalu dikaitkan dengan konversi energi, seperti bahan kimia untuk dikonversi menjadi listrik pada baterai dan gaya mekanik diubah menjadi listrik pada generator.

Beda potensial

Beda potensial adalah tingkat perubahan energi diukur pada terminal beban. Ini juga disebut tegangan jatuh atau tegangan pada terminal, selama ggl dan beda potensial keduanya diukur dalam volt. Resistensi setiap rangkaian menawarkan beberapa perlawanan terhadap aliran arus, kemudian kita kenal dengan resistansi atau tahanan rangkaian, diukur dalam satuan ohm (simbol Ω), satuan ini sebagai penghormatan pada fisikawan terkenal dari Jerman **George Simon Ohm**, yang bertanggung jawab terhadap analisis rangkaian listrik .

Hukum ohm

Pada tahun 1826 , Ohm mempublikasikan secara detail dari suatu eksperimen yang telah dilakukannya saat menyelidiki hubungan antara arus yang mengalir melalui dan beda potensial antara ujung-ujung kawatnya. Sebagai hasil dari penelitian ini, ia sampai diadili di meja hijau, akhirnya sekarang dikenal sebagai hukum Ohm, Dikatakan bahwa arus yang mengalir melalui konduktor dalam kondisi suhu konstan sebanding dengan beda potensial pada konduktor . Hal ini dapat dinyatakan secara matematis sebagai:



V = I x R ………. (Volt)

contoh 1:

Sebuah pemanas listrik, ketika terhubung ke sumber listrik 230 V, ternyata telah mengambil arus 4 A. Hitung resistensi elemen pemanas tersebut.

contoh 2:

Resistansi isolasi kabel diukur antar konduktor kabel fase pada tegangan 400 V, Hasil pengukuran terbaca 2 M Ω. Hitung kebocoran arus.
*contoh 3***:**

Ketika resistor 4 Ω dihubungkan pada sumber tegangan dc, arus mengalir sebesar 3 A. Hitunglah tegangan sumbernya?

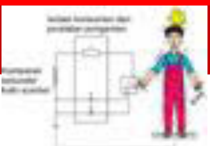
Resistivitas

Resistensi atau perlawanan terhadap arus listrik bervariasi tergantung jenis bahan yang berbeda-beda, masing-masing memiliki nilai konstanta tertentu. Jika kita mengetahui resistansi dari, katakanlah 1 meter material, maka resistensi untuk 5 meter akan menjadi lima kalinya. Resistivitas (simbol huruf Yunani **ρ atau "rho"**) dari suatu material didefinisikan sebagai resistansi suatu bahan pada satuan panjang dan satuan penampang tertentu. Nilai-nilai khusus diberikan pada Tabel 4.3 . Dengan menggunakan konstanta bahan tertentu kita dapat menghitung resistansi dari setiap panjang dan ketebalan bahan dari persamaan:

$$R = \frac{\rho l}{a} \text{ …… ohm.}$$

Dimana

ρ konstanta resistivitas untuk material (**Ω.**m)



l panjang bahan (meter)

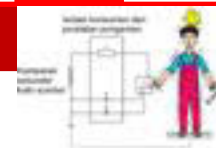
a = luas penampang dari material (mm ^{2}) .

Tabel 4.3.: Nilai resistansi

Bahan	Nilai resistivitas (Ω.meter)
perak	16.4×10^{-9}
tembaga	$17,5 \times 10^{-9}$
Aluminium	$28,5 \times 10^{-9}$
kuningan	$75,0 \times 10^{-9}$
Besi	100×10^{-9}

Pada table 4.3 dapat di baca bahwa resistansi perak adalah 16.4×10^{-9} artinya bahan perak sepanjang 1 meter dengan penampang 1 mm ^{2}, maka resistansi bahan perak adalah 16.4×10^{-9} **Ω.**

Contoh di atas menunjukkan bahwa perlawanan dari kabel aluminium adalah sekitar 60% lebih besar dari konduktor tembaga yang sama panjang dan penampangnya. Oleh karena itu, jika kabel aluminium menggantikan inti kabel tembaga, ukuran konduktornya harus diperbesar karena kapasitas arus atau Kemempuan Hantar Arus (KHA) Aluminium lebih rendah daripada tembaga. Faktor lain yaitu ketahanan material terhadap suhu yang diijinkan sehingga menjadi pertimbangan penentuan penampang.



a. Ambil sepanjang 2 x 100 m dari kabel single (2 inti)

b. Mengukur resistensi kabel 100 m dari kabel (1 inti)
Nilai ___________________________ **Ω**

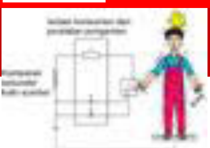
c. Menggabungkan dua kabel (200 m) dan mengukur lagi resistensinya
Nilai ______________________________ **Ω**

d. Apakah percobaan ini membuktikan resistansi sebanding dengan panjang?
Jika resistansi tersebut dua kali lipat, apakah artinya terbukti!

Mekanik dasar dan mesin

Mekanik bahasa ilmiahnya adalah mesin, Di mana sebuah mesin adalah didefinisikan sebagai perangkat yang mentransmisikan gerakan atau gaya dari satu tempat ke tempat lain. Sebuah mesin kendara adalah salah satu jenis mesin tertentu, mesin konversi energi, pengubah energi kimia (bahan bakar) menjadi bentuk energi yang berdaya guna langsung kerja (menjadi energy mekanik).

Kebanyakan mesin modern dapat ditelusuri kembali pada lima dasar mesin yang dijelaskan oleh penemu Yunani dari Alexandria yang hidup dig zaman Kristus . Mesin-mesin yang dijelaskan oleh dia adalah baji, sekrup,roda dan poros, katrol dan tuas. Awalnya mereka menggunakan untuk tujuan sederhana, yaitu untuk menaikkan air dan untuk memindahkan objek yang manusia sendiri tidak bisa mengangkat, tapi hari ini prinsip-prinsip mereka sangat penting mendasar untuk pemahaman ilmiah kita tentang mekanika . Mari kita pertimbangkan beberapa hal fundamental dasar menyenangkan dan perhitungan.



Massa

Massa adalah ukuran jumlah materi dalam suatu zat , seperti logam, plastik, kayu, batu bata atau jaringan, yangmana secara kolektif dikenal sebagai tubuh. Itu massa tubuh tetap konstan dan dapat dengan mudah ditemukan dengan membandingkannya pada satu set keseimbangan timbangan dengan satu set massa standar. Satuan SI untuk massa adalah kilogram (kg).

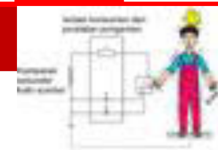
Berat

Berat adalah ukuran kekuatan tubuh diberi apa pun akan disangganya. Biasanya bila diberikan gaya akan tertarik maju terhadap bumi dengan gaya gravitasi. Untuk tujuan ilmiah berat badan manusia tidak konstan, karena gaya gravitasi bervariasi dari khatulistiwa ke kutub, dalam ruangan tubuh akan ringan tapi di sini di bumi di bawah pengaruh gravitasi massa 1 kg akan memiliki berat sekitar 9,81 N.

Putaran (n)

Perasaan, kecepatan adalah sesuatu yang kita semua kenal dan sudah biasa. Jika kita bepergian dalam kendaraan bermotor kita tahu bahwa akan terjadi peningkatan kecepatan, tidak terjadi kecelakaan, memungkinkan kita untuk tiba di tempat tujuan lebih cepat . Oleh karena itu, kecepatan adalah peduli dengan jarak tempuh dan waktu yang dibutuhkan. Misalkan kita adalah untuk menempuh jarak 30 mil dalam 1 jam; kecepatan kita akan menjadi rata-rata 30 mil-per-jam :

$$\text{Putaran (n)} : \frac{\textbf{Jarak (meter)}}{\textbf{Waktu (S)}} \text{ …. Meter-per-detik}$$



Kecepatan

Dalam percakapan sehari-hari kita sering menggunakan kata kecepatan berarti sama dengan percepatan, dan memang satuannya sama . Namun, untuk tujuan ilmiah ini tidak dapat diterima karena kecepatan juga berkaitan dengan arah. Velocity adalah kecepatan dalam arah tertentu. Misalnya, kecepatan pesawat terbang mungkin 200 mil / jam ,namun kecepatannya akan menjadi 200 mil / jam dalam , katakanlah , ke arah barat . Kecepatan adalah besaran skalar , sedangkan kecepatan adalah besaran vektor .

$$\text{Kecepatan (v)} : \frac{\textbf{Jarak (meter)}}{\textbf{Waktu (S)}} \text{ …. Meter-per-detik}$$

Percepatan

Ketika pesawat terbang lepas landas, dimulai dari diam dan meningkatkan kecepatan sampai terbang. Perubahan dalam kecepatan disebut percepatan. Menurut definisi, percepatan adalah laju perubahan kecepatan dengan waktunya.

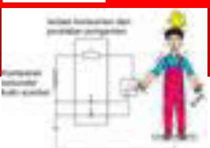
$$\text{Percepatan } (\mathbf{a}) : \frac{\textbf{kecepatan (meter)}}{\textbf{Waktu (S)}} = \text{(m/s) : s} = \text{m/ s}^2$$

Contoh

Jika pesawat berakselerasi dari kecepatan 15 m / s menjadi 35 m / s dalam 4 s, hitung percepatan rata-rata. Rata-rata kecepatan 35 m / s -15 m / s = 20 m / s

$$a = \frac{\textbf{kecepatan}}{\textbf{Waktu}} = \frac{\mathbf{20}}{\mathbf{4}} = 5 \text{ m/ s}^2$$

Dengan demikian , percepatan rata-rata adalah 5 m / s 2 .



Gaya

Keberadaan gaya hanya dapat dideteksi efeknya oleh tubuh. Suatu gaya dapat menyebabkan benda diam akan bergerak atau membawa benda bergerak jadi diam. Sebagai contoh, sejumlah orang mendorong mobil mengerahkan kekuatan dengan mendorong ke depan, tetapi dengan injak rem mobil kekuatan drum rem akan memperlambat atau menghentikan kendaraan. Gaya gravitasi menyebabkan benda jatuh ke tanah. Apel jatuh dari pohon mengenai kepala Isaac Newton akibat kekuatan gravitasi . Standar percepatan rerata gravitasi ditetapkan sebesar 9,81 m / s^2. Oleh karena itu, sebuah apel seberat 1 kg akan memberikan gaya sebesar 9,81 N, selama

Gaya = Massa x Percepatan ………….(N)

Satuan SI untuk gaya adalah newton, simbol N, untuk menghormati Ilmuwan Inggris Sir Isaac Newton (1642 ? 1727) .

Contoh

Satu sak semen 50 kg jatuh dari truk forklift ketika sedang diangkat ke rak tempat penyimpanan. Tenentukan gaya sak semen yang jatuh tanah tersebut:

Gaya = massa x Percepatan (N)

= 50 kg x 9,81 m / s^2

= 490,5 Newton.

Suatu gaya dapat memanifestasikan dirinya dengan berbagai macam cara. Mari kita mempertimbangkan beberapa contoh :

a. Gaya inersia adalah gaya yang dibutuhkan untuk mendapatkan sesuatu untuk bergerak, mengubah arah atau berhenti, seperti mobil yang dibahas di atas.

b. Gaya kohesif atau kekuatan perekat, adalah gaya yang dibutuhkan untuk menahan sesuatu bersama-sama.

c. Gaya tarik adalah gaya menarik benda atau barang yang terpisah.
d. Gaya tekan adalah gaya dorong benda bersama-sama.

e. Gaya gesek adalah kekuatan yang menolak atau mencegah gerakan kontak atau gesekan dua permukaan .

f. Gaya geser adalah kekuatan bergerak satu permukaan di atas bahan lain.
g. Gaya sentripetal adalah gaya yang bekerja menuju pusat ketika massa melekat pada senar gitar diputar dalam lintasan melingkar.

h. Gaya sentrifugal adalah gaya yang bekerja jauh dari pusatnya (as), yang berlawanan dengan gaya sentripetal .

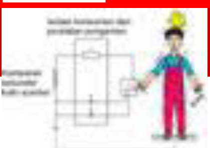
i. Gaya gravitasi adalah gaya yang bekerja menuju pusat bumi akibat efek gravitasi

j. Gaya magnet adalah gaya yang diciptakan oleh medan magnet .

k. Gaya listrik adalah gaya yang diciptakan oleh medan listrik .

Tekanan atau stres

Untuk memindahkan mobil rusak rusak atau mogok kita dapat mengerahkan kekuatan di belakang mobil untuk mendorong ke depan. Tangan akan menekan bodi pada titik kontak dengan mobil. Tekanan atau stres adalah ukuran gaya per satuan luas .



$$\text{Tekanan atau stres (F)} = \frac{\textbf{Gaya}}{\textbf{Area}} \; \ldots\ldots \; N/m^2$$

Contoh 1

Seorang wanita muda berat 60 kg memusatkan semua berat badannya pada tumit sepatunya yang memiliki luas 1 cm ^{2}. Hitung tekanan yang diberikan oleh sepatu pada lantai tersebut (dengan asumsi percepatan gravitasi adalah 9,81 m / s^2) .

$$\text{Tekanan atau stres} = \frac{\textbf{Gaya}}{\textbf{Area}} \; \ldots\ldots \; N/m^2$$

$$F = \frac{60 \times 9{,}81}{0{,}0001} = 5886 \; kN/m^2$$

Contoh 2

Seekor gajah sirkus kecil massa 1 ton (1000 kg) menempatkan semua berat pada satu kaki yang memiliki luas permukaan 400 cm ^{2}. Hitung tekanan yang diberikan oleh kaki gajah pada permukaan tersebut , dengan asumsi percepatan gravitasi adalah 9,81 m / s ^{2}.

$$F = \frac{1000 \times 9{,}81}{400 \times 0{,}0001} = 245{,}3 \; kN/m^2$$

Kedua contoh ini menunjukkan bahwa wanita muda diberikannya 24 kali lebih banyak tekanan pada tanah daripada gajah . Ini s karena massa -nya memberikan gaya di daerah yang jauh lebih kecil dari gajah ? ? Kaki dan

merupakan alasan mengapa banyak tari l oors kayu yang rusak akibat sepatu hak tinggi .

Usaha (work)

Misalkan, sepeda motor kehabisan bensin , harus didorong sepanjang jalan, pekerjaan yang dilakukan pada sepeda motor dengan menerapkan gaya yang diperlukan untuk memindahkannya sepanjang jalan. Nafas berat dan keringat akan menjadi bukti dari pekerjaan yang dilakukan. Menurut definisi pekerjaan yang dilakukan tergantung pada gaya yang diterapkan dikalikan dengan jarak yang ditempuh dalam arah gaya.

Usaha (w) = F x I Jarak pindah sesuai arah gaya (J)

Satuan SI dari kerja yang dilakukan adalah newton meter atau joule (simbol J). Satuan ini adalah disukai untuk menghormati seorang ahli fisikawan Inggris , James Prescot Joule (1818 - 1889).

Contoh1

Sebuah lift bangunan mengangkat sepuluh sak kantong 50 kg semen melalui jarak vertikal 30 m ke atas sebuah gedung bertingkat tinggi. Hitung usaha yang dilakukan oleh lift, dengan asumsi percepatan gravitasi adalah 9,81 m / s^2.

W = F x I

= 10 x 50 kg x 9,81 m/s^2 x 30 m

$= 147,15 \text{ kJ}$

Daya (P)

Jika salah satu mobil dapat menempuh jarak antara dua titik lebih cepat daripada mobil lain, kita katakan bahwa mobil yang lebih cepat lebih kuat. Artinya mobil dapat menyelesaikan seumlah pekerjaan lebih cepat. Menurut definisi daya adalah rata-rata melakukan pekerjaan.

$$P = \frac{\textbf{Usaha yang dilakukan}}{\textbf{Waktu}} \text{ .... Watt}$$

Satuan daya baik listrik maupun mekanik adalah watt (simbol W). Satuan ini adalah dipakai untuk menghormati seorang ahli nama James Watt (1736 - 1819), penemu mesin uap.

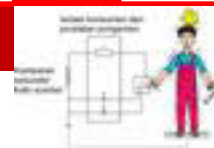
Contoh 1

Sebuah lift bangunan mengangkat sepuluh kantong 50 kg semen ke atas sebuah gedung tinggi 30 m. Hitung rating (daya) motor untuk melakukan tugas ini dalam 60 detik jika percepatan gravitasi diambil sebesar 9,81 m / s^2.

$$P = \frac{\textbf{Massa x Percepatan x Jarak}}{\textbf{Waktu}}$$

$$= \frac{\textbf{10 x 50 x 9,81 x 30}}{\textbf{60 detik}}$$

$$= 2452,5 \text{ Watt}$$



Contoh 2

Sebuah stasiun pompa motor listrik bekerja terus menerus selama 7 jam menaikan air dengan ketinggian 60 meter sebanyak 856 ton air. Tentukan rating (daya) motor, dengan asumsi percepatan gravitasi adalah 9,81 m / s^2.

$$P = \frac{\text{Massa x Percepatan x Jarak}}{\text{Waktu}}$$

$$P = \frac{856 \text{ x } 1000 \text{ x } 9{,}81 \text{ x } 60}{7 \text{ x } 60 \text{ x } 60}$$

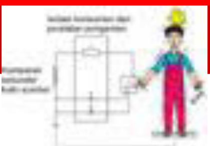
P = 20.000 Watt, jadi rating motor adalah 20 kW

Contoh 3

Sebuah motor listrik mengangkat beban 500 kg dengan kecepatan 2 m /s. Hitung rating (power) dari motor jika percepatan gravitasi adalah 9,81 m / s^2.

$$P = \frac{\text{Massa x Percepatan x Jarak}}{\text{Waktu}}$$

dan $(v) = \frac{\text{Jarak (meter)}}{\text{Waktu (S)}}$, *maka*



P = Massa x Percepatan x Kecepatan

$= 500kg \times 9{,}81 m/s^2 \times 2 m/s$

$= 9810$ Watt

Gaya puntir dan angkat

Sebuah lift memungkinkan beban berat yang akan diangkat atau dipindahkan oleh tenaga yang kecil. Setiap kali kita membuka pintu, menyalakan keran atau mengencangkan mur dengan kunci pas, kita mengerahkan kekuatan untuk mengangkatnya. Sebuah tuas adalah setiap benda pejal yang berporos atau berputar pada sumbu tetap atau titik tumpu. Bentuk paling sederhana dari tuas adalah linggis, orang dapat mengangkat barang dengan linggis karena memungkinkan seseorang untuk mengangkat beban di salah satu ujung, sementara ujung yang lain ditekan dengan kekuatan yang lebih besar dari yang diangkat dan dilakukan oleh otot lengan orang. Dengan cara ini linggis dikatakan memberikan manfaat gerak mekanis. Sebuah keran pipa air ledeng dan kunci pas keduanya memberikan keuntungan mekanis melalui aksi tuas sederhana. Fungsi mekanis tuas sederhana tergantung pada panjang tuas di kedua sisi titik tumpu. Dengan menerapkan prinsip gaya punter pada lengan atau tuas , kita memperoleh rumus :

Gaya beban x jarak ttik tumpu = Ungkit (gaya tekan) x jarak titik tumpu

Sehingga dapat digambarkan seperti pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2.: Gaya angkat

Formula ini mungkin dapat lebih dipahami dengan mengacu pada Gambar 4.2. yaitu gaya kecil yangber jarak jauh dari titik tumpu dapat menyeimbangkan beban besar pada jarak pendek dari titik tumpu. Jadi, mengubah gaya atau mengubah momen tergantung pada jarak dari titik tumpu dan besarnya gaya .

Contoh

Hitung gaya yang dibutuhkan untuk menaikkan beban 500 kg ketika usaha diterapkan pada jarak lima kali jarak beban dari titik tumpu (asumsikan percepatan gravitasi menjadi 10 m/s^2).

Gaya beban = Massa x percepatan

= 500 kg x 10 m/s^2 = 5000 N

Gaya beban x jarak ttik tupu = Ungkit (gaya tekan) x jarak titik tumpu

5000 N x 1 meter = Gaya tekan x 5 meter

$$\text{Gaya tekan} = \frac{5000 \times 1 \text{ m}}{5 \text{ m}} = 1000 \text{ N}$$

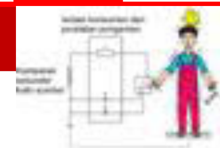
Gaya tekan (ungkit) 1000 N dapat mengangkat gaya beban sebesar 5000 N dengan menggunakan gaya mekanik sebuah tuas sederhana.

Mesin sederhana

Kemampuan fisik kita di arena mengangkat dan memindahkan barang berat sangat terbatas. Namun, selama berabad-abad kita telah menggunakan akal dan pikiran untuk merancang alat mekanis dan mesin untuk mengatasi keterbatasan fisik. Konsep ini ditunjukkan pada Gambar . 4.3. Menurut definisi, suatu mesin adalah perakitan bagian-bagian, sebagian besar diam dan yang lain bergerak, dimana gerak dan gaya ditransmisikan. Dengan bantuan mesin siapapun dapat memperbesar usaha atau kekuatan yang diberikan (input) untuk mengangkat atau memindahkan beban besar pada output .

Efisiensi mesin

Pada setiap mesin daya yang tersedia pada output lebih kecil dari apa yang dimasukkan karena mengalami beberapa kerugian yang terjadi pada mesin. Kerugian dapat terjadi akibat gesekan pada bantalan, hambatan angin untuk bagian yang bergerak, panas, kebisingan atau getaran. Rasio daya keluaran terhadap daya



masukan dikenal sebagai efisiensi mesin. Simbol untuk efisiensi adalah huruf Yunani eta (η). Di umum, Karena efisiensi biasanya dinyatakan sebagai persentase kita memodifikasi rumus umum sebagai berikut.

$$\eta = \frac{\textbf{Daya output}}{\textbf{Daya input}}$$

Ketika efisiensi dinyatakan dalam persentase, maka rumus umumnya menjadi berikut

$$\eta = \frac{\textbf{Daya output}}{\textbf{Daya input}} \times 100$$

Contoh

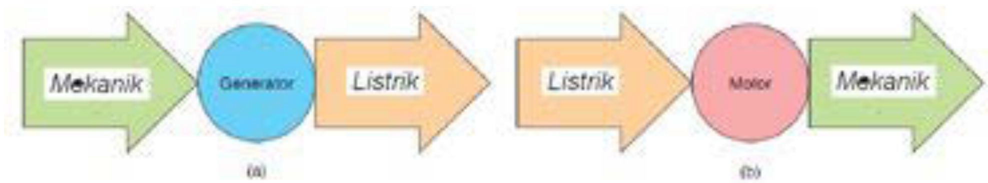
Sebuah transformator mensuplai motor listrik 9,81 kW untuk mengemudikan mesin kerek. Ternyata input daya ke transformator ditemukan adalah 10,9 kW. Cari efisiensi transformator tersebut.

$$\eta = \frac{\mathbf{9{,}81}}{\mathbf{10{,}9}} \times 100$$

$$\eta = 90\ \%$$

Mesin listrik

Mesin listrik konversi energi. Jika input mesin adalah energy mekanis dikonversikan menjadi energi listrik sebagai outputnya maka mesin tersebut adalah mesin Generator, seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 4.3 (a). Atau, jika input adalah energi listrik dan energi mekanik adalah output maka mesin ini adalah motor listrik, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3 (b).



Gambar 4.3.: Mesin konversi energi

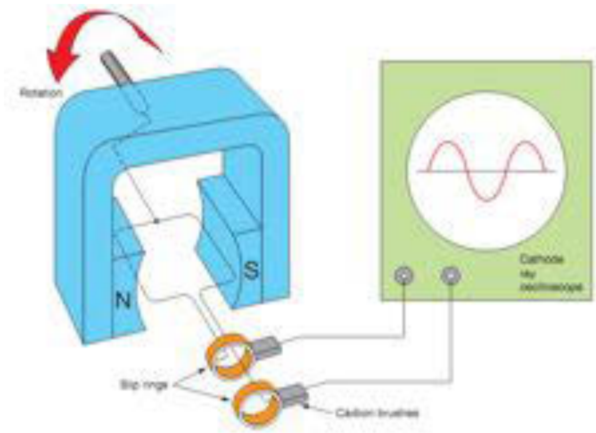
Sebuah mesin listrik dapat digunakan sebagai motor atau generator, meskipun dalam
prakteknya mesin akan beroperasi lebih efisien ketika dioperasikan sesuai dengan modus saat dirancang.

Generator a.c. sederhana atau alternator

Pada rangkaian sederhana, kawat diputar (bergerak) diarea kutub magnet permanen, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4. rangakaian kawat akan memotong garis fluks magnetik antara kutub utara dan selatan. Pemotongan fluks ini akan menginduksi ggl di kawat oleh Hukum Faradays yang menyatakan bahwa ketika suatu konduktor memotong atau dipotong oleh medan magnet, ggl diinduksi dalam konduktor itu. Jika emf yang dihasilkan dikumpulkan oleh sikat karbon pada cincin slip dan ditampilkan pada layar osiloskop sinar katoda, gelombang akan

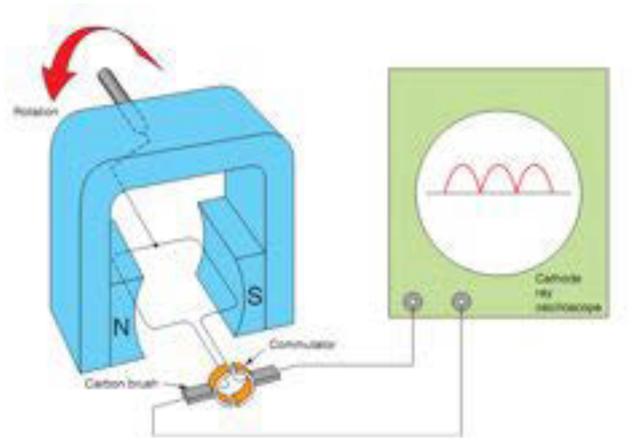
terlihat menjadi sekitar sinusoidal. Bergantian berubah, pertama positif dan negatif, maka positif lagi, memberikan output bolak-balik.

Simple a.c. Generator atau dinamo



Gambar. 4.4. Prinsip Generator a.c. sederhana atau alternator

Jika slipring pada Gambar. 4.4 diganti dengan split ring tunggal, disebut kommutator, ggl yang dihasilkan akan terlihat berada pada satu arah, seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 4.5. Fungsi komutator adalah membalik ggl yang dihasilkan setiap setengah gelombang, bukan seperti sakelar perubah otomatis. Namun, pengaturan yang sederhana ini menghasilkan gelombang output listrik dc. Mesin dalam realitasnya, komutator akan berisi banyak segmen atau bagian dan banyak lilitan kawat emailnya tujuan utama adalah untuk menghasilkan output tegangan dc halus.

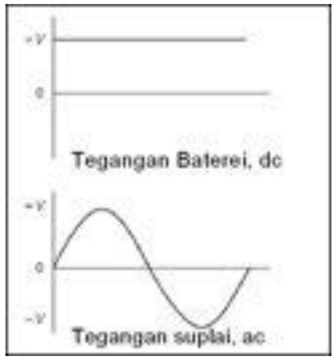


Gambar. 4.5.: Prinsip Generator dc sederhana atau dinamo

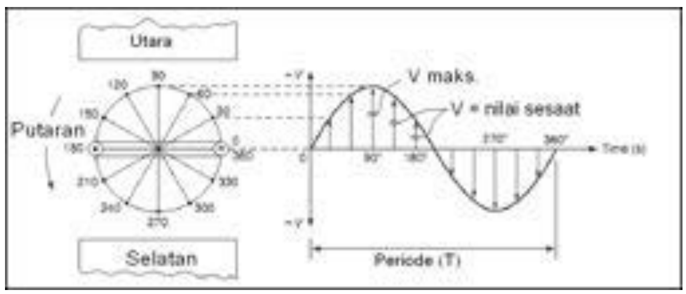
Teori arus bolak-balik

Pasokan listrik yang kita peroleh dari baterai mobil adalah tegangan searah atau dc, sedangkan pasokan listrik dari PLN adalah tegangan bolak atau ac (lihat Gambar 4.6).

Salah satu alasan menggunakan pasokan daya listrik balik adalah karena kita dapat dengan mudah mengubah tingkat tegangan dengan menggunakan transformator yang hanya akan bekerja pada tegangan a.c. Pembangkit listrik memasok listrik yang dinaikan tegangannya dengan transfo hingga 500.000 V atau lebih, untuk transmisi dari Sumatra, Jawa dan Bali. Sebagian besar peralatan listrik menggunakan pasokan listrik a.c. saat ini dan untuk alasan ini pengetahuan tentang bentuk gelombang bolak-balik sangat diperlukan untuk semua yang bekerja dengan listrik. Ketika sebuah kumparan kawat diputar didalam medan magnet maka akan terjadi tegangan induksi dalam kumparan. Bentuk tegangan dapat dilihat seperti pada gambar 4.6 dibawah berdasarkan hasil pengukuran dengan CRO.



Gambar. 4.6.: Tegangan searah dan bolak balik

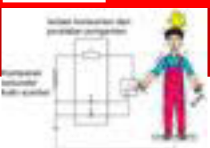


Gambar. 4.7.: Karakteristik gelombang sinus

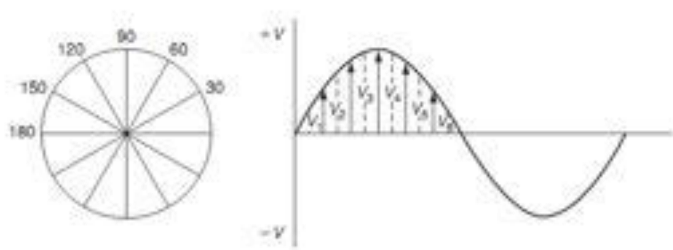
Tegangan induksi ini akan berlaku mengikuti hukum matematika dikenal sebagai hukum sinusoidal dan oleh karena itu, kita dapat mengatakan bahwa gelombang sinus dapat dibangkitkan. Gelombang tersebut memiliki karakteristik seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.8. Di Inggris pembangkit listrik pada frekuensi 50 Hz dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus diberikan oleh …

$$T = \frac{1}{f}$$

$$T = \frac{1}{50\,Hz} = 0{,}02\text{ s}$$



Sebuah gelombang bolak terus berubah dari nol sampai maksimum, pertama pada satu arah (+), berikutnya berlawanan arah (-), sehingga nilai sesaat dari tegangan yang dihasilkan selalu berubah. Sebuah efek listrik a.c. gelombang dapat diberikan oleh maksimum, rata-rata dan nilai rms gelombang. Maksimum atau puncak nilai adalah nilai sesaat terbesar pada gelombang yang dihasilkan. Kabel dan peralatan isolasi harus sama dengan atau lebih besar dari nilai tegangan puncak ini.



Gambar 4.8.: Gelombang sinus tegangan rata-rata sesaat

Nilai rata-rata (average) adalah rata-rata selama setengah periode nilai sesaat yang selalu berubah-ubah, dimulai dari nol sampai maksimum dan kembali ke titik nol sehingga dapat diperoleh rumus berikut yang diterapkan pada gelombang sinusoidal. Seperti ditunjukkan pada Gambar. 4.8.

$$V_{rata\text{-}rata} = \frac{\mathbf{V1+V2+V3+V4+V5+V6}}{\mathbf{6}} = 0{,}637\ V_{max}$$

Untuk setiap gelombang sinusoidal nilai rata-rata sama dengan 0,637 dari nilai maksimum. Nilai *rms* adalah akar kuadrat dari nilai rata-rata sesaat dan adalah nilai dari suatu tegangan a.c. yang menghasilkan efek panas yang sama seperti tegangan d.c. Nilai dapat ditentukan dengan rumus berikut untuk gelombang

sinusoidal yang ditunjukkan pada Gambar 4.8. Untuk setiap gelombang sinusoidal nilai rms sama dengan 0,7071 dari nilai maksimum.

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + V_5^2 + V_6^2}{6}}$$
$$= 0.7071\ V_{max}$$

Contoh

Gelombang sinusoidal pada rangkaian listrik memiliki nilai maksimum 325,3 V. Hitung rata-rata dan nilai rms dari gelombang tersebut.

Tegangan *Vrata-rata = 0,637 x V max*

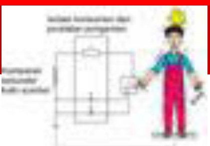
= 0,637 x 325,3

= 207,2 Volt

Vrms = 0,7071 x Vmax

= 0,7071 x 325,3 = 230 Volt.

Ketika kita mengatakan bahwa suplai listrik ke rumah adalah 230 V, ini benar-benar berarti tegangan 230 Vrms. Gelombang tersebut memiliki nilai rata-rata sekitar 207,2 V dan nilai maksimum hampir 325,3 V tetapi karena nilai rms memberikan dc nilai setara kita hampir selalu memberikan nilai rms tanpa mengidentifikasi seperti itu.



Cek pemahaman knowledge

Ketika telah menjawab pertanyaan, bandingkan dengan jawaban dibagian belakang buku ini.

Catatan :

Lebih dari satu jawaban pilihan ganda kemungkinan benar.

---

1. Satuan SI untuk massa adalah:

a. kilo gram atau kg

b.pound atau lb

c.meter atau m

d.millimeter atau mm.

2. Satuan SI untuk panjang adalah:

a. kilo gram atau kg

b. pound atau lb

c. meter atau m

d.millimeter atau mm.

3.Sesuai satuan SI untuk waktu adalah:

a.minute atau m

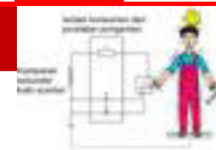
b.second atau s

c.hour atau h

d.daya atau d.

4. Satuan SI arus listrik adalah:

a. ohm atau O



b. volt atau V

c. watt atau W

d.ampere atau A.

5. Satuan SI resistensi adalah:

a. ohm atau Ω

b. volt atau V

c. watt atau W

d.ampere atau A.

6. Ampere adalah ukuran dari:

a. beda potensial

b. power

c. kekuatan

d. arus listrik.

7.Watt adalah ukuran dari:

a. beda potensial

b. kekuasaan

c. kekuatan

d. arus listrik.

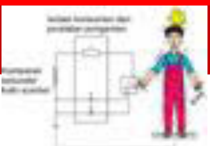
8. Volt adalah ukuran dari:

a. beda potensial

b. kekuasaan

c. kekuatan

d. arus listrik.



9. Newton adalah ukuran dari:

a. beda potensial

b. kekuasaan

c. kekuatan

d. arus listrik.

10. Manakah berikut ini yang dapat didefinisikan sebagai ukuran gaya dimana tuh dapat menggunakannya:

a. percepatan

b. kekuatan

c. massa

d. berat badan.

11. Berikut ini dapat didefinisikan sebagai ukuran jumlah materi dalam suatu zat:

a. percepatan

b. kekuatan

c. massa

d. berat badan.

12. Berikut ini dapat didefinisikan sebagai penyebab objek diam jadi bergerak atau membawa sebuah benda yang bergerak menjadi diam:

a. percepatan

b. kekuatan

c. massa

d. berat

13. Manakah dari berikut ini dapat didefinisikan sebagai gaya yang dipakai kali jarak yang ditempuh dalam arah gaya:

a. percepatan

b. kerja yang dilakukan

c. kekuasaan

d. kecepatan

1 4. Manakah dari berikut ini dapat didefinisikan sebagai laju melakukan pekerjaan:

a. percepatan

b. kerja yang dilakukan

c. kekuasaan

d. kecepatan

15. Manakah dari berikut ini dapat didefinisikan sebagai kecepatan dalam arah tertentu:

a. percepatan

b. kerja yang dilakukan

c. kekuasaan

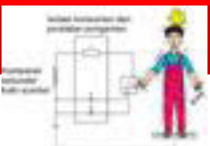
d. kecepatan

16. Jelaskan secara singkat apa yang yang dimaksud dengan kekuatan punter dan memberikan lima contoh-contoh praktis.

17. Secara singkat definisikan apa yang dimaksud dengan mesin sederhana dan berikan lima contoh.

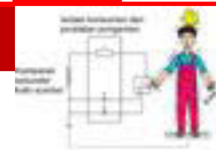
18. Jelaskan secara singkat apa yang dimaksud dengan efisiensi mesin.

19. Gambar skets alternator sedrhana dan label semua bagian.



20. Nyatakan bagaimana ggl diinduksi pada alternator.

21. Hitung atau menyatakan rms rata-rata dan nilai maksimum pasokan listrik di rumah tangga



Pembelajaran 2

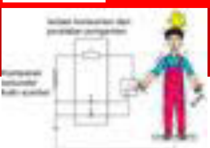
Prinsip teknologi

Kegiatan 5.

Konsep pengetahuan dasar listrik

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) mendaftar bahan yang digunakan untuk konduktor dan isolator
2) menggambarkan sifat konduktor dan bahan isolasi
3) menjelaskan rangkaian arus dalam seri dan rangkaian paralel
4) menjelaskan bagaimana menghubungkan voltmeter dan ampermeter
5) menggambarkan tiga efek arus listrik
6) menggambarkan pola fluks yang dirangkai dengan magnet permanen, konduktor dan solenoid
7) menggambarkan konstruksi dasar sebuah transformator
8) menyatakan penggunaan transformator



Sifat konduktor dan isolator

Pada Gambar 4.1. kita dapat melihat struktur sebuah atom. Semua bahan terdiri dari atom dan elektron. Apa yang menyebabkan terjadinya perbedaan bahan adalah susunan dimana atom dan elektron serta seberapa kuat elektron tertarik pada atom. Bahan konduktor secara umum biasanya adalah logam, di mana elektron terikat pada inti pusatnya longgar. Elektron ini dapat dengan mudah terlepas atau menjadi elektron bebas. Dengan bebasnya elektron ini terjadi kemungkinan timbulnya panas antara electron dan media yang dilewatinya serta terjadinya arus listrik dengan mudah mengalir melalui material. Sebuah isolator adalah bahan, biasanya non-logam, di mana elektron sangat kuat terikat pada inti dan karena itu, tidak akan mudah terjadi panas atau listrik terhambat untuk melewatinya. Sehingga gesekan electron yang relative kecil panas yang ditimbulkan juga semakin rendah. Mari kita sekarang mendefinisikan istilah dan sifat dari beberapa bahan yang digunakan dalam industri elektroteknik.

Ferro , sebuah kata yang digunakan untuk menggambarkan semua logam di mana konstituen utama adalah besi. Kata ferro atau ferrous berasal dari kata Latin zat besi yang berarti besi. Ferro memiliki sifat magnetik. Besi cor, besi tempa dan baja semuanya merupakan logam besi.

Non-ferro , logam yang tidak mengandung zat besi yang disebut non-ferro. Logam ini non-magnetik dan tidak berkarat. Tembaga, aluminium, timah, timbal, seng dan kuningan adalah contoh dari logam non-ferrous.

Campuran, merupakan suatu paduan campuran dari dua atau lebih logam. Kuningan adalah paduan tembaga dan seng, biasanya dalam rasio 70 dan 30%

atau 60 dan 40%. **Korosi ,** penghancuran logam oleh aksi kimiawi. Kebanyakan korosi terjadi ketika logam berada dalam reaksi dengan kelembaban (lihat juga baja ringan dan seng).

Polimer termoplastik, material ini berulang kali dihangatkan dan didinginkan tetapi tanpa perubahan yang cukup ekstrim pada sifat-sifat materialnya. Bahan ini adalah bersifat isolator yang baik, tapi mengeluarkan asap beracun saat dibakar. Bahan memiliki sifat fleksibel ketika dioperasikan sampai suhu maksimum 70 ° C tetapi tidak dapat dibengkok ketika suhu udara mendekati 0 °C, jika tidak mereka mungkin mudah retak. Polyvinylchloride (PVC) yang digunakan untuk isolasi kabel adalah plastik polimer thermo.

Thermosetting polimer, setelah dipanaskan dan dibentuk, produk dibuat dari thermosetting polimer adalah tetap kaku. Plug tops, soket (body pada stop kontak) dan badan sakelar terbuat dari bahan ini.

Karet adalah zat elastis tangguh terbuat dari getah tanaman tropis. Ini adalah isolator yang baik, tetapi merusak dan menjadi rapuh bila terkena sinar matahari. Karet sintetis diproduksi sebagai lawan produk alami. Karet sintetis atau buatan diproduksi dengan hati-hati dengan harapan untuk dapat memiliki semua kualitas yang terbaik dari fleksibilitas karet alam, isolasi yang baik dan dapat disesuaikan untuk berbagai temperatur.

Silikon karet, memperkenalkan senyawa organik menjadi karet sintetis dan menghasilkan bahan isolasi yang baik fleksibelitasnya tinggi untuk berbagai suhu dan kuat dalam mempertahankan sifat-sifat isolasi bahkan ketika dibakar. Properti ini sangat ideal untuk kabel yang digunakan pada instalasi alarm kebakaran.



Gambar 5.1.:
Tembaga murni

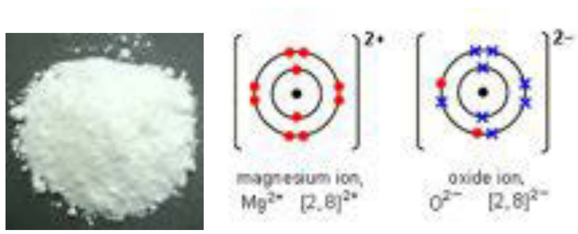
Tembaga, tembaga diekstraksi dari bijih (oksida, sulfida dan halida) tambang, missal: di Afrika Selatan, Utara Amerika, Australia dan Chile. Dalam teknologi kelistrikan bahan dasar disempurnakan menjadi sekitar 98,8% tembaga murni, kotoran diekstraksi dari bijih pada saat peleburan dan elektrolisis. Ini adalah konduktor yang sangat baik, non-magnetik dan menawarkan ketahanan yang cukup terhadap korosi atmosfer. Tembaga semakin kuat kalau dibengkok, tetapi dapat lumer atau melunak saat dipanaskan hingga merah sebelum terjadi pendinginan.

Tembaga membentuk bagian terbesar dari kuningan paduan, dan digunakan dalam pembuatan kabel listrik, sistem pemanas rumah tangga, tabung kulkas dan radiator kendaraan. Warnanya menarik lembut cokelat kemerahan logam, tembaga mudah dibentuk dan juga digunakan untuk bahan produksi barang dekoratif dan perhiasan.

Aluminium, aluminium merupakan logam abu-abu putih yang diperoleh dari bauksit mineral yang ditemukan di Amerika Serikat, Jerman dan Federasi Rusia. Aluminium termasuk konduktor yang sangat baik, non-magnetik, menawarkan tahan terhadap korosi diarea atmosfer dan penting adalah terkenal lembut dan ringan. Oleh karenanya banyak digunakan dalam pembuatan kabel listrik. Kawat saluran udara dibuat dari konduktor aluminium dengan diperkuat inti baja. Karena konduktor tembaga akan terlalu berat jika dipakai untuk saluran udara oleh karenanya aluminium sangat cocok dipakai sebagai saluran udara karena lebih ringan dari tembaga. Ringan dan tahan terhadap korosi tinggi membuat logam aluminium ideal untuk pembuatan panci masak dan boks kontainer makanan. Paduan aluminium harus tetap mempertahankan sifat tahan korosi dan mampu

menambah peningkatan kekuatan. Paduan misalnya dilakukan untuk pembuatan kepala silinder dan gearbox untuk unit mobil dan kotak panel serta luminer untuk instalasi listrik. Dengan proses khusus setelah dikembangkan dengan rekayasa metalurgi, aluminium sekarang memungkinkan dilas dan disolder.

Magnesium oksida, konduktor yang berisolasi mineral dan merupakan logam berselubung (MICC). Kabel terisolasi dan terkompresi magnesium oksida, substansi warna putih seperti kapur yang tahan panas dan sebagai insulator yang baik bahkan dapat bertahan selama bertahun-tahun. Isolasi magnesium oksida dipakai pada konduktor tembaga, sering ditambahkan dengan berbagai selubung eksternal untuk memberikan perlindungan lebih lanjut dari korosi maupun cuaca. Kabel dirancang untuk instalasi tahan lama pada suhu tinggi.



Gambar 5.2.: Oksida magnesium dan struktur ion

Namun, magnesium oksida sangat higroskopis, yang berarti bahwa ia menyerap uap air dan oleh karena itu, kabel harus diselubungi dengan bahan khusus.

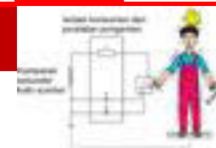
Kuningan, kuningan adalah paduan non-ferro tembaga dan seng yang mudah dituang. Karena lebih keras dari tembaga atau aluminium maka ia lebih mudah dikerjakan dengan mesin. Ini adalah konduktor yang baik dan sangat tahan terhadap korosi. Untuk alasan ini maka dalam perdagangan listrik kuningan sering dipakai,

termasuk untuk pipa. Keran, katup, pipa, listrik terminal, konektor ujung pin dan glands terminal armour kawat baja (Steel Wire Aramour) dan pada kabel serta beberapa dari banyak aplikasi. Kuningan merupakan logam kuning menarik yang juga digunakan untuk dekoratif rumah, barang antik serta perhiasan. Sifat paduannya akan menjadi logam yang menarik, sangat tahan terhadap korosi menjadikan logam kuningan populer untuk kapal dan perabot.

Baja cor, baja tuang juga disebut baja perkakas atau baja karbon tinggi. Ini adalah paduan dari besi dan karbon yang akan meleleh didapur tinggi, sifat kedap udara, kemudian dituangkan ke cetakan untuk membentuk lembaran. Lembaran ini kemudian digulung atau ditekan berbagai bentuk barang jadi. Baja tuang dapat mengeras bila ditemper, karena itu ideal untuk alat manufaktur. Kepala palu, tang, pemotong kawat, pahat, file dan banyak bagian-bagian mesin juga terbuat dari baja cor.

Baja ringan, baja ringan juga merupakan paduan dari besi dan karbon, tetapi mengandung lebih sedikit unsure baja cor. Jika dikikir, dibor atau digergaji cukup mudah dan dapat menjadi bengkok saat panas atau dingin, tapi jika diulang-ulang dingin akan menjadi rapuh. Dalam kondisi lembab akan terjadi korosi dengan cepat kecuali logam dilindungi. Baja ringan adalah logam yang paling banyak digunakan di dunia, memiliki cukup kekuatan dan kekakuan tanpa rapuh. Kapal, jembatan, girder, rangka motor car, sepeda, paku, sekrup, saluran, trunking, dapur dan semuanya terbuat dari baja ringan.

Tugas: Sebutkan 5 bahan logam konduktor yang digunakan untuk suatu keperluan disekitarmu.



Seng, seng merupakan logam non-ferro yang digunakan terutama untuk melindungi baja terhadap korosi dan dalam membuat paduan kuningan. Baja ringan dilapisi dengan seng kadang-kadang disebut baja galvanis, Dan pelapisan ini sangat meningkatkan.

Tugas:

Bahan 5 isolator yang baik sebagai bahan yang digunakan di tempat kerja.

Resistor hubungan seri dan paralel

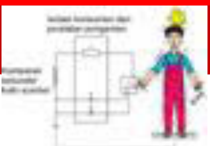
Dalam sebuah rangkaian resistor listrik dapat dihubungkan secara seri, paralel, atau dalam berbagai kombinasi seri dan paralel.

Resistor seri

Dalam setiap rangkaian seri arus I akan mengalir melalui semua bagian atau komponen (kabel, sakelar, resistor dan sumber tegangan) rangkaian akibat adanya beda potensial baterai V. Oleh karena itu, kita katakan bahwa dalam rangkaian seri arus akan mengaliri keseluruh rangkaian. Ketika arus mengalir melalui masing-masing resistor pada rangkaian R1, R2 dan R3 sebagai contoh pada Gambar. 5.3, akan terjadi tegangan jatuh pada resistor yang nilainya akan ditentukan oleh nilai-nilai I dan R sesuai dengan hukum ohm yaitu:

$$V = I \times R.$$

Jumlah tegangan jatuh V1, V2 dan V3 seperti misalnya pada Gambar. 5.3, akan sama dengan V_T atau tegangan total. Akhirnya kita dapat simpulkan sebagai berikut.



Untuk setiap rangkaian seri arus ***I*** yang mengalir kesetiap resistor atau beban adalah sama besar. Dan tegangan total bebannya adalah:

$$\boldsymbol{V_T = V1 + V2 + V3}$$

Kemudian jumlah total resistansi adalah $\boldsymbol{R_T}$. Dari hukum ohm diatas diketahui bahwa

V = I x R. dan seanjutnya

Total tegangan $\boldsymbol{V_T} = I \times R_T$

Tegangan jatuh R1 adalah $\boldsymbol{V_1} = I \times R1$

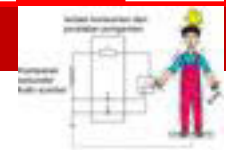
Tegangan jatuh R2 adalah $\boldsymbol{V_2} = I \times R2$

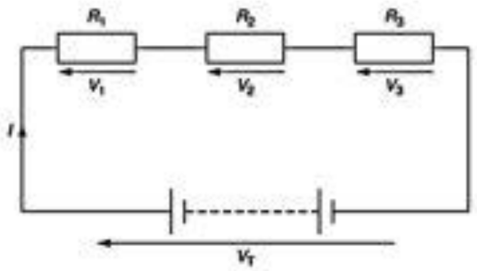
Tegangan jatuh R3 adalah $\boldsymbol{V_3} = I \times R3$

Kita akan membuat formula tegangan jatuh pada rangkaian seri berikut sesuai dengan penjelasan diatas:

$$V_T = V1 + V2 + V3$$

$$I \times R_T = I \times R1 + I \times R2 + I \times R3$$





Gambar 5.3.: Rangkaian seri beban R1, R2 dan R3

Selama arus ***I*** besarnya pada setiap resistor sama, maka kita dapat membagi kedua sisi persamaan dengan arusnya. Kita akan tinggalkan formula arus ***I*** untuk resistansi berikut:

$$R_T = R1 + R2 + R3$$

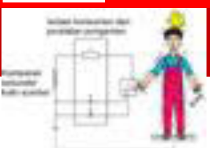
Resistor paralel

Dalam setiap rangkaian paralel, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.4. pada semua rangkaian cabang besar tegangannya sama. Total arus akan dibagi pada semua rangkaian cabang resistor. Jumlah arus masing-masing ***I1, I2 dan I3*** yaitu I_T. Kita dapat menjumlahkan arusnya seperti berikut :

$$I_T = I1 + I2 + I3$$

Kita jumlahkan resistansi total R_T. Sehingga dari hukum ohm diketahui bahwa

$I = \frac{V}{R}$, Maka,



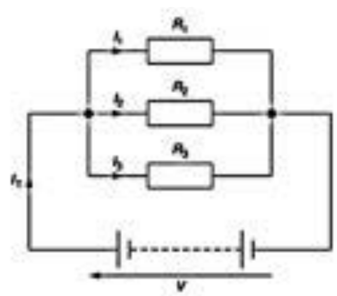
Jumlah arus total $I_T = \frac{V}{RT}$

Arus pada resistor R1 adalah $I_1 = \frac{V}{R1}$

Arus pada resistor R2 adalah $I_2 = \frac{V}{R2}$

Arus pada resistor R3 adalah $I_3 = \frac{V}{R3}$

Pada gambar 5.4. ditunjukan rangkaian resistor paralel, dimana rangkaian ini berlaku bahwa tegangan pada semua bebannya (resistor) adalah sama.

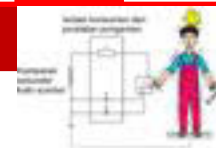


Gambar 5.4.: Rangkaian parallel

Kita akan jumlahkan resistansi total ***RT*** pada rangkaian paralel dengan persamaan penggantinya adalah berikut:

$$I_T = I1 + I2 + I3$$

$$\frac{V}{RT} = \frac{V}{R1} + \frac{V}{R2} + \frac{V}{R3}$$

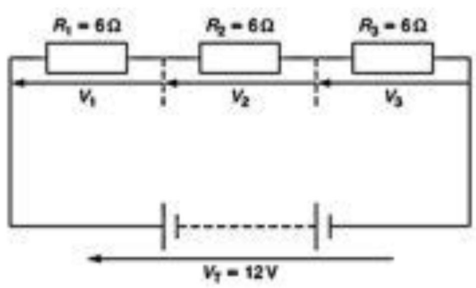


Sekarang, selama tegangan V pada semua resistornya sama, kita dapat membagi kedua sisi persamaannya dengan V, akhirnya diperoleh:

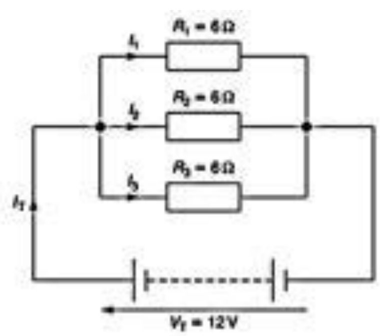
$$\frac{1}{RT} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$

Contoh 1

Tiga buah resistor masing – masing mempunyai resistansi sebesar 60 Ω dan tegangan total untuk sumbernya adalah sebesar 12 V. dc. Hitung resistansi total, arus yang mengalir dan tegangan pada masing-masing resistor jika semua resistornya disambung seri dan juga paralel, lihat gambar berikut:

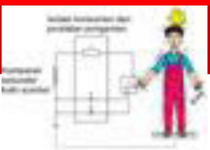


Gambar 5.5.: Resistans seri



Gambar 5.6.: Resistans paralel

Untuk hubungan seri resistansi totalnya adalah:



$$R_T = R1 + R2 + R3$$

$$R_T = (6 + 6 + 6)\,\Omega \quad = 18\,\Omega$$

Total arus $I_T = \frac{VT}{RT}$, $\rightarrow$ $I_T = \frac{12\,V}{18\,\Omega} = 0{,}67$ A

Tegangan jatuh pada resistor R1, adalah:

$$V_1 = I_T \times R_1$$

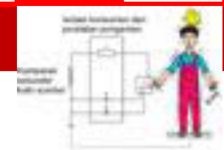
$$V_1 = 0{,}67 \text{ A} \times 6\,\Omega = 4\ V$$

Tegangan jatuh pada resistor R2, adalah:

$$V_2 = I_T \times R_T$$

$$V_2 = 0{,}67 \text{ A} \times 6\,\Omega = 4\ V$$

Tegangan jatuh pada resistor R3, adalah:



$V_3 = I_T \times R_T$

$V_3 = 0{,}67\ \text{A} \times 6\ \Omega = 4\ V$

Pada rangkaian parallel dapat dihitung berikut:

$$\frac{1}{RT} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$

$$\frac{1}{RT} = \frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{6\Omega}$$

$$\frac{1}{RT} = \frac{1+1+1}{6\Omega} = \frac{3}{6\Omega}$$

$$R_T = \frac{6\Omega}{3} = 2\ \Omega$$

Total arus yang mengalir $I_T = \frac{VT}{RT}$ → $I_T = \frac{12\ V}{2\Omega}$ = 6 A

Total arus yang mengalir R1, $I_1 = \frac{VT}{RT}$, → $I_1 = \frac{12\ V}{6\Omega}$ = 2 A

Total arus yang mengalir R2, $I_2 = \frac{VT}{RT}$, → $I_2 = \frac{12\ V}{6\Omega} = 2$ A

Total arus yang mengalir R3, $I_3 = \frac{VT}{RT}$, → $I_3 = \frac{12\ V}{6\Omega} = 2$ A

Resistor seri dan paralel

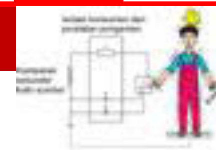
Susunan rangkaian yang paling kompleks yaitu kombinasi resistor seri dan paralel namun demikian dapat disederhanakan menjadi setara satu resistor (sebagai resistor pengganti) dengan menggabungkan aturan terpisah untuk resistor seri dan resistor paralel.

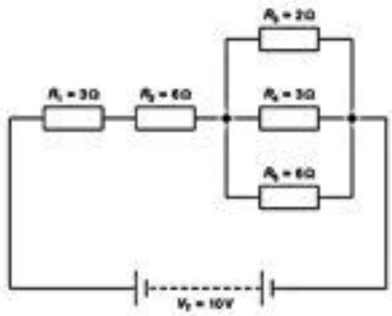
contoh 2

Untuk menyelesaikan rangkaian yang ditunjukkan pada Gambar 5.6. menjadi satu resistor pengganti dan menghitung beda tegangan di masing-masing resistor.

Dengan membaca, rangkaian ini mengandung kelompok paralel resistor yang terdiri dari:

$$\frac{1}{Rp} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$





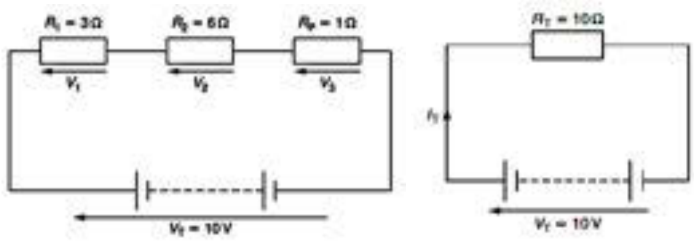
Gambar 5.7.: Rangkaian seri-paralel

$$\frac{1}{Rp} = \frac{1}{2\Omega} + \frac{1}{3\Omega} + \frac{1}{6\Omega}$$

$$\frac{1}{Rp} = \frac{3+2+1}{2\Omega} = \frac{6}{6\Omega}$$

$$\text{Rp} = \frac{6\Omega}{6\Omega} = 1\ \Omega$$

Setelah Rp (resistor pengganti paralel) diperoleh maka rangkaiannya menjadi:



Gambar 5.8.: Rangkaian seri dan ekivalennya

Sehingga, $R_T = R1 + R2 + R3$

$$R_T = 3\,\Omega + 6\,\Omega + 1\,\Omega \;=\; 10\,\Omega.$$

Akhirnya, $\quad I_T = \frac{VT}{RT} = \frac{10\Omega.}{10\Omega.} = 1\text{ A}$

Dan tegangan jatuh pada V1, V2 dan Vp pada R1, R2 dan Rp adalah:

$$V_1 = I_T \times R_1 = 1\,A \times 3\,\Omega = 3\,V$$

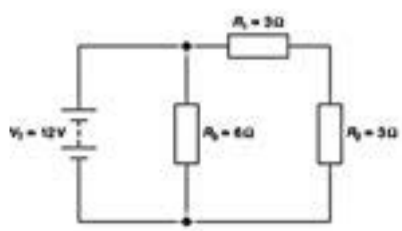
$$V_2 = I_T \times R_2 = 1A \times 6\,\Omega = 6\,V$$

$$V_p = I_T \times R_p = 1\,A \times 1\,\Omega = 1\,V$$

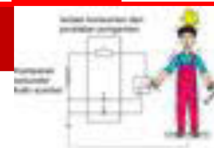
Karena tegangan pada Rp sebesar 1 volt, maka tegangan jatuh untuk R3, R4 dan R5 adalah juga 1 volt.

Contoh 3

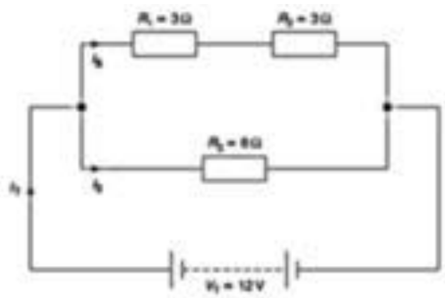
Tentukan besarnya resistansi total pada rangkaian berikut pada gambar 5.9.



Gambar 5.9.: Rangkaian campuran



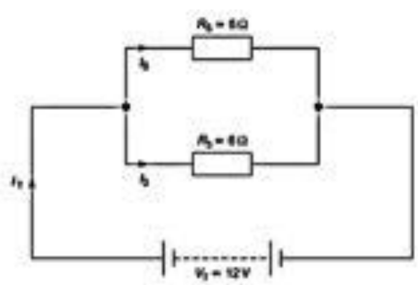
Dengan memperhatikan gambar 5.8, dapat dilihat bahwa R1 dan R2 disambung dalam seri, bersama inti R3 disambung parallel menyilang R1 dan R2 tersebut. Rangkaian akan lebih sederhana setelah kita gambar ulang seperti Gambar 5.9.



Gambar 5.10.: Rangkaian ekivalen

Untuk rangkaian seri R1 dan R2 besar resistor seri pengganti adalah:

$$Rs = R1 + R\,2 \;= 3\,\Omega \;+ 3\,\Omega \;= 6\,\Omega$$



Gambar 5.11: Penyederhanaan rangkaian

Selama resistor dihubungkan paralel R3 dan ***Rs*** (resistor pengganti R1 dan R2) adalah sebagai berikut:

$$\frac{1}{RT} = \frac{1}{Rs} + \frac{1}{R3}$$

$$\frac{1}{RT} = \frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{6\Omega}$$

$$\frac{1}{RT} = \frac{1+1}{6} = \frac{2\Omega}{6\Omega}$$

$$R_T = \frac{6\Omega}{2\Omega} = 3\Omega$$

Arus total,

$$\boldsymbol{I_T} = \frac{VT}{RT} = \frac{12\,V}{3\Omega} = 4\text{ A}$$

Arus yang melewati R3 adalah $\boldsymbol{I_3}$ besarnya:

$$\boldsymbol{I_3} = \frac{VT}{R3} = \frac{12\,V}{6\Omega} = 2\text{ A}$$

Mengukur tegangan dan arus

Jenis instrumen yang dipakai secara umum di beberapa industri elektroteknik adalah merupakan pilihan relatif sulit karena ada begitu banyak jenis yang berbeda pada setiap produk alat ukur yang beredar dipasaran. Perusahaan yang representative selalu yakin bahwa produk yang dikeluarkan adalah yang terbaik atau mempunyai keunggulan dari produk lain. Namun, kebanyakan instrumen dapat dikelompokkan

dalam dua kategori display yaitu yang memiliki penunjukan analog dan tampilan data digital.

Meter analog atau instrumen

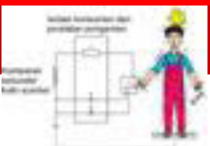
Meter analog memiliki pointer yang bergerak pada skala yang sudah dikalibrasi. Mereka adalah satu-satunya pilihan ketika kecenderungan umum atau vareasi nilai harus diamati. Perangkat Hi-fi sering menggunakan tampilan analog untuk menunjukkan bagaimana level daya yang bervareasi terhadap waktu karena lebih informatif daripada nilai angka tertentu. Merah atau zona bahaya dapat ditunjukkan pada instrumen industri. Gauge atau pengukur bahan bakar pada mobil sering menunjukkan penuh, setengah penuh atau pada posisi bahaya. Layar analog jauh lebih informatif daripada indikasi jumlah sisa berapa liter bensin yang masih tersisa didalam tangki.

Meter ini hanya akurat bila digunakan dalam posisi terkalibrasi, biasanya posisi harus horisontal.

Kebanyakan meter menggunakan skala analog dengan menggabungkan cermin untuk menghilangkan kesalahan paralaks. Pengguna harus melihat langsung pada pointer skala saat membaca dengan posisinya benar dengan ditunjukkan ketika gambar pointer di cermin tersembunyi dibalik pointer yang sebenarnya. Itulah titik dimana pembacaan harus diambil dari skala instrumen yang tepat.

Meter digital atau instrumen

Meter digital menyediakan fungsi yang sama seperti meter analog tetapi alat ini menampilkan nilai yang ditunjukkan menggunakan LED seven-segmen untuk memberikan hasil pengukuran nilai numerik. Meter digital modern menggunakan teknologi semikonduktor sehingga memberikan nilai impedansi instrumen masukan



yang relatif tinggi, biasanya sekitar 10 M Ohm dan karena itu, mereka paling ideal untuk penguji rangkaian listrik atau elektronik.



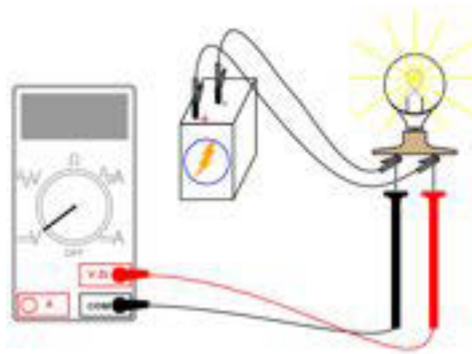
Gambar 5.12: AVO-meter

Pilihan antara analog dan layar digital memang masih sulit dan harus ditentukan oleh keadaan tertentu. Namun, jika seorang tukang atau teknisi listrik atau insinyur berniat untuk membeli instrumen baru, pertimbangkanlah bahwa multimeter digital harus berkualitas baik seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 5.12 akan menjadi yang terbaik. Karena tidak ada bagian yang bergerak, meter digital cenderung menjadi lebih kasar dan memiliki impedansi input yang sangat tinggi, mereka cocok untuk menguji semua rangkaian listrik yang menjadi pekerjaan sehari-hari.

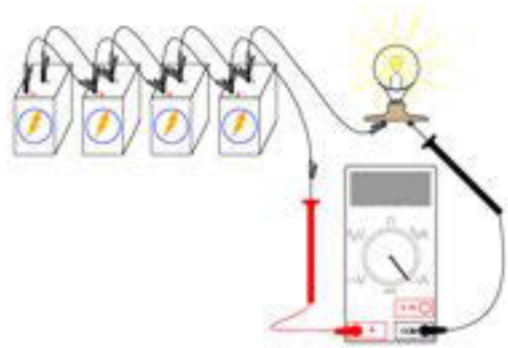
Multimeter

Multimeter didisain untuk mengukur tegangan, arus atau resistansi listrik. Sebelum melakukan pengukuran besaran volt, amper atau skala ohm maka lebih dahulu harus dipilih besarannya dengan tepat. Untuk menghindari kerusakan alat adalah langkah atau prosedur pertama yang baik dengan selalu mengatur pada nilai tertinggi rentang skala tertentu. Sebagai contoh, jika mengukur arus listrik pertama kali skala dipilih 10A, bila ternyata penunjukan terbaca 2,5 A, akhirnya kita tahu bahwa skala lebih tepat adalah pada posisi 3 A atau sekitar 5 A. Hal ini akan memberikan pembacaan menjadi akurat, katakanlah, 2.49 A. Ketika kita menggunakan multimeter sebagai amper-meter untuk mengukur arus, maka kita harus menghubungkan secara seri pada rangkaian. Berikut ditunjukkan pada

Gambar. 5.13. Ketika multimeter digunakan sebagai voltmeter harus dihubung secara paralel dengan komponen, Sedangkan pada Gambar. 5.14. adalah



Gambar 5.13.: Mengukur tegangan lampu

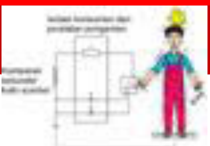


Gambar 5.14.: Mengukur arus lampu

multimeter dipakai sebagai pengukur arus listrik (ampermeter) maka harus dihubung secara seri terhadap beban (lampu). Sedangkan ketika kita akan menggunakan multi-meter sebagai ohmmeter untuk menguji beberapa macam komponen elektronik maka prinsip perawatan harus dilakukan selama melakukan pengujian misalnya, mengidentifikasi ujung kabel meter positif yaitu kabel warna merah saat melakukan pengujian tegangan dan arus dan biasanya akan menjadi terminal negatif ketika meter digunakan sebagai ohmmeter, karena baterai internal langsung terhubung ke bagian penunjukan meter. Supaya lebih aman maka periksalah buku produk meter (manual) sebagai pegangan sebelum menggunakan multimeter untuk penguji komponen elektronik.

Tiga efek adanya arus listrik

Ketika arus listrik mengalir pada suatu rangkaian maka dapat akan mengakibatkan satu atau lebih dari berikut tiga efek berikut ini yaitu: pemanasan, kemagnetan atau kimiawi.



1. *Efek pemanasan*

   Pergerakan atau loncatan elektron pada konduktor, merupakan aliran arus listrik, akan menyebabkan peningkatan suhu konduktor akibat adanya gesekan elektron dengan media yang dilewati dengan kecepatan sangat tinggi (kecepatan elektron 3×10^8 meter/ detik). Besarnya panas yang dihasilkan oleh arus ini tergantung pada jenis dan dimensi dari konduktor serta jumlah arus yang mengalir. Oleh sebab itu dalam teknologi kelistrikan variabel-variabel ini akan menjadi penting dalam penggunaannya. Konduktor dapat dioperasikan pada kondisi panas yaitu bila digunakan sebagai elemen pemanas listrik, atau dapat dioperasikan pada kondisi dingin bilamana kita digunakan sebagai konduktor listrik instalasi.

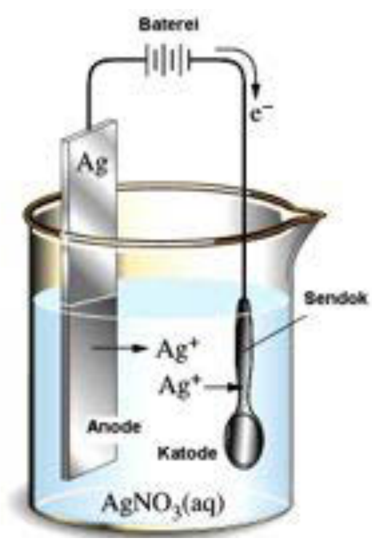
   Efek pemanasan arus listrik juga sama prinsipnya dengan sekering atau fuse (pengaman lebur) dalam memberikan perlindungan terhadap jaringan listrik. Elemen sekering terbuat dari logam dengan titik leleh rendah (perak) dan resistansinya paling rendah disbanding logam lain dan ingat elemen merupakan bagian dari rangkaian listrik. Jika terjadi kelebihan arus dalam waktu tertentu, elemen sekering akan panas dan meleleh selanjutnya akan memutuskan rangkaian atau jaringannya.

2. *Kemagnetan (Induksi magnet listrik)*

   Setiap kali arus mengalir pada sebuah konduktor maka akan membangkitkan medan magnet listrik disekitar dan sepanjang hantaran. Medan magnet akan semakin meningkat selama arus mengalir semakin besar, dan sekalibus akan hilang jika arus listrik tiba-tiba dimatikan. Sebuah konduktor berupa gulungan, lilitan atau kumparan pada selenoida berarus listrik. Akibatnya akan dapat membangkitkan medan magnet listrik yang sangat mirip dengan magnet permanen, tetapi memiliki perbedaan karakter yaitu saat sakelar sedang ditutup (On) dan saat dimatikan (Off) hal ini sebagai kontrol arus pada rangkaian. Efek magnetik yang lain dari arus listrik adalah seperti pada asas bell listrik, relay, instrumen, motor dan generator.

3. *Efek kimia*

Ketika arus listrik mengalir melalui cairan elektrolit, cairan itu akan terurai, terpisahkan menjadi bagian-bagian unsur kimianya. Konduktor yang telah melakukan kontak dengan cairan disebut yaitu anoda dan katoda. Cairan itu sendiri disebut elektrolit dan proses ini disebut elektrolisa. Elektrolisis sendiri merupakan proses industri yang digunakan dalam pemurnian logam dan proses elektroplating. Ini adalah salah satu aplikasi arus listrik awal industri. Sebagian besar aluminium yang diproduksi saat ini diekstraksi dari bijih-bijih dengan metode elektrokimia. Elektroplating memiliki tujuan ganda yaitu melindungi logam dasar dari erosi atmosfer dan juga memberikan tampilan lebih menarik dan akhirnya menjadi mahal. Perak dan nikel-plating telah lama digunakan untuk meningkatkan penampilan peralatan makan (sendok, garpu) lilin dan peralatan olahraga, missal: piala.



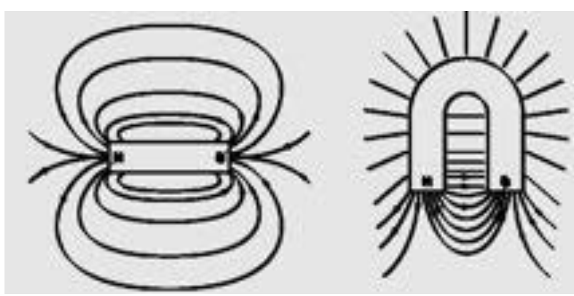
Gambar 5.15.: Elektroplating

Anoda dan katoda dibuat dari bahan logam yang berbeda ditempatkan dalam cairan elektrolit dapat bereaksi secara kimia dan menghasilkan gaya gerak listrik (ggl). Ketika beban tersambung pada terminal anoda dan katoda, arus akan mengalir peristiwa ini yang disebut prinsip dasar sel. Sebuah baterei terdiri dari sejumlah sel. Ini memiliki banyak aplikasi yang berguna dalam memberikan daya listrik portabel, tetapi elektrokimia dapat juga beraksi diluar yang diinginkan karena dasar dari elektrokimia yaitu bahwa korosi terjadi pembusukan pada mobil, kontainer di industri dan atau pada jembatan yang terbuat dari baja.

Kemagnetan

Orang Yunani tahu pada awal 600 BC (before century), bahwa bentuk bijih besi tertentu yang sekarang dikenal sebagai magnet atau lodestone yaitu memiliki sifat menarik potongan-potongan besi kecil. Kemudian, selama abad-abad pertengahan, navigasi kompas dibuat dengan menggunakan sifat magnetik dari lodestone ini. Potongan-potongan kecil lodestone melekat menyangga kayu yang mengapung di mangkuk air selalu berhenti menunjuk arah utara dan arah selatan. Kata lodestone berasal dari kata dalam bahasa Inggris lama yang berarti *jalan*, Dan kata magnet ini berasal dari Magnesia, tempat di mana bijih magnetik pertama ditemukan.

Besi, nikel dan kobalt adalah satu-satunya elemen yang dapat tertarik atau dipengaruhi oleh magnet dengan kuat. Bahan-bahan ini dikatakan ferromagnetik. Tembaga,kuningan, kayu, PVC dan kaca tidak tertarik oleh magnet dan karena itu, digambarkan sebagai bahan non-magnetik.



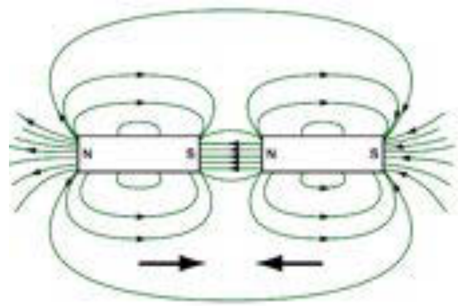
Gambar 5.16.: Garis gaya magnet

Beberapa aturan dasar kemagnetan

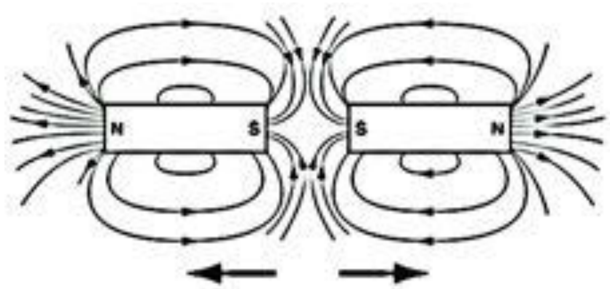
- Garis fluks magnet tidak memiliki zat atau bentuk fisik, tapi fluks magnet yang diperkenalkan oleh Michael Faraday (1791-1867) sebagai cara untuk

menjelaskan adanya energi magnet yang ada dalam ruang atau dalam suatu material. Michael Faraday membantu kita untuk dapat memvisualisasikan dan menjelaskan efek magnet. Simbol yang digunakan untuk fluks magnetik adalah huruf Yunani θ (phi) dan satuan fluks magnetik adalah weber (simbol Wb) yang diucapkan weber. Hal ini untuk memperingati karya fisikawan Jerman Wilhelm Weber (1804-1891).

- Garis fluks magnet selalu membentuk loop tertutup.
- Garis fluks magnetik berperilaku seperti gelang karet, menggeliat, selalu mencoba untuk mempersingkat diri.
- Garis fluks magnetik tidak pernah menyeberang satu sama lain (bersilang).
- Garis fluks magnetik sepanjang bahan magnet selalu akan muncul dari ujung kutub utara magnet.
- Garis fluks magnetik yang melewati ruang dan bahan non-magnetik ia tidak akan terganggu.
- Wilayah ruang yang dipengaruhi oleh magnet dapat dideteksi yang akhirnya disebut dengan medan magnet.
- Jumlah garis fluks magnetik dalam medan magnet adalah diukur dari kepadatan fluks. Medan magnet yang kuat memiliki kepadatan fluks tinggi. Simbol yang digunakan untuk kepadatan fluks B, dan satuan fluks density adalah tesla (simbol T) dipakai untuk memperingati hasil karya fisikawan Amerika Nikola Tesla kelahiran Kroasia (1857 - 1943).
- Tempat dimana garis fluks terkonsentrasi disebut kutub magnet .
- Kutub yang sama tolak-menolak, kutub yang berbeda saling menarik. Kedua pernyataan tersebut sesuai dengan hukum pertama magnetan ditampilkan dalam Gambar. 5.17.



Gambar 5.17.: (a) Hukum pertama kemagnetan kutub magnet berbeda

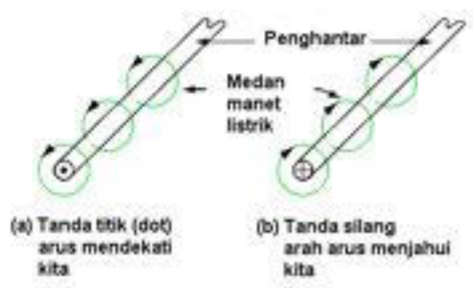


Gambar 5.17.: (b) Hukum pertama kemagnetan kutub magnet sama

Elektromagnetisme

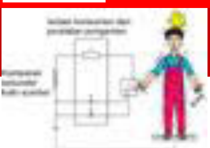
Listrik dan magnet tidak terpisahkan sejak percobaan oleh Oersted dan Faraday diawal abad kesembilan belas. Sebuah arus listrik yang mengalir pada sebuah konduktor menghasilkan medan magnet disekitar konduktor besarnya sebanding dengan jumlah arus. Dengan demikian arus kecil akan menghasilkan medan magnet yang lemah, sementara arus listrik besar akan menghasilkan medan magnet kuat. Medan magnet bentuk spiral mengelilingi sekitar konduktor, seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 5.17. arah dapat ditentukan oleh aturan sekrup atau oleh sebuah anak panah, saat anak panah meluncur (menjauhi kita) atau bagaikan anak panah meluncur didalam pipa. Yang terlihat tanda (X), maka medan magnet arahnya seperti saat mengeraskan sekrup ujungnya semakin masuk ke dalam atau menjauhi kita, putaran arah ke kanan. Jika melepas sekerup arah putar ke kiri (arah medan

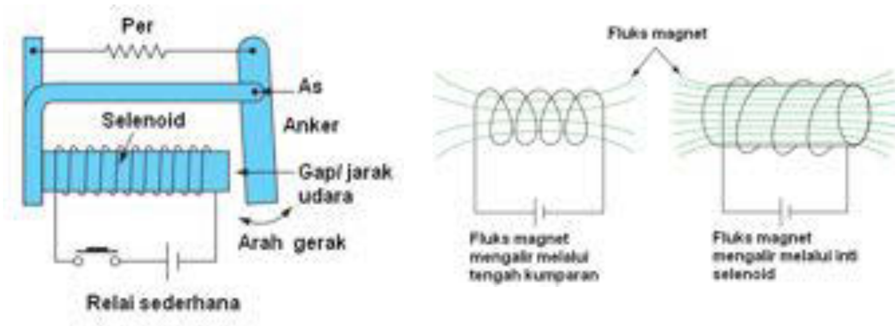
kekiri) ujung anak panah yang mendekati kita terlihat hanya sebuah titik atu dot. Oleh karena itu, jika arus yang keluar dari konduktor atau kawat listrik, seperti ditunjukkan pada Gambar. 5.17 (a), medan magnet akan berputar-putar di sekitar konduktor berlawanan arah jarum jam. Jika arus pada konduktor menjahui kita dan yang terlihat adalah tanda silang seperti pada Gambar 5.17. (b). medan magnet akan timbul disekitar penghantar searah jarum jam.



Gambar 5.18.: Medan magnet disekitar penghantar

Sebuah arus yang mengalir dalam sebuah kumparan kawat atau solenoid menetapkan medan magnet yang sangat mirip dengan sebuah magnet batang. Winding kumparan sekitar inti besi lunak meningkatkan kerapatan fluks karena garis fluks magnetik berkonsentrasi pada bahan magnetik . Keuntungan dari elektromagnet bila dibandingkan dengan magnet permanen adalah bahwa magnet dari elektromagnet dapat dinyalakan dan dimatikan oleh saklar fungsional pengontrol arus kumparan. Efek ini dimanfaatkan dengan praktis pada relay atau kontaktor listrik seperti yang digunakan dalam motor starter atau rangkaian alarm. Gambar 5.18 menunjukkan konstruksi salah satu aplikasi solenoid.

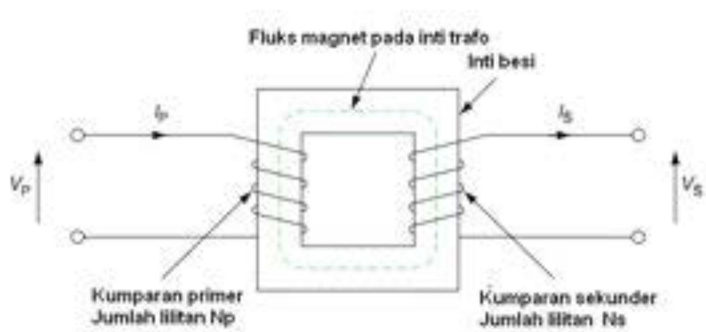




Gambar 5.19.: Relai dan medan magnet pada solenoid

Transformator

Transformator atau trafo adalah sebuah mesin listrik yang bagiannya tidak bergerak. Trafo idefinisikan sebagai alat pemindah daya listrik dari kumparan primer ke kumparan sekunder. Fungsi tranformator dapat digunakan untuk mengubah nilai tegangan bolak-balik.



Gambar 5.20.: Bagan tranformator sederhana

Transformator hanya akan bekerja pada tegangan a.c. Jika diberi tegangan d.c. maka trafo akan berfungsi seperti baterei .

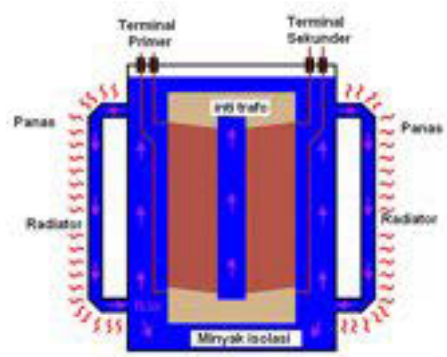
1) Sebuah transformator seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.19. terdiri dari dua kumparan atau gulungan atau lilitan atau koil yang kemudian disebut

sebagai kumparan primer dan kumparan sekunder pada satu inti. Inti besi transformator tidak dibuat pejal tetapi dibuat berlapis (layer) yang sangat tipis disebut laminasi (berlapis-lapis) dengan tujuan untuk dapat meningkatkan efisiensi.

2) Sumber tegangan bolak yang dicatukan pada kumparan primer akan mengalir arus sehingga menghasilkan medan magnet dalam inti yang arahnya berubah-ubah sesuai dengan perubahan tegangan pencatunya.
3) Fluks magnet dalam inti menyebabkan akan adanya diinduksi dalam kumparan sekunder sehingga pada ujung kumparan sekunder akan timbul ggl atau tegangan sekunder.
4) Tegangan di kedua lilitan primer *Np* dan lilitan sekunder *Ns* sebanding dengan jumlah lilitan masing-masing.
5) Ini berarti bahwa jika kita meningkatkan jumlah lilitan sekunder *Ns* akan meningkatkan tegangan output. Atau, jika kita mengurangi jumlah lilitan sekunder berarti akan mengurangi tegangan output.

Pengurangan tegangan ini berguna saat kita menyediakan tegangan rendah atau ekstra rendah seperti pada trafo bell. Karena tidak ada bagian yang bergerak, transformator dapat memiliki efisiensi sangat tinggi. Transformator dengan daya listrik besar yang digunakan pada sistem distribusi dapat memiliki efisiensi lebih dari 90%. Transformator daya besar membutuhkan pendinginan temperatur panas akibat adanya eddy current, histerisis, rugi besi dan tembaga. Hal ini dapat dicapai secara menyeluruh dengan merendam inti dan kumparannya didalam minyak isolasi (Oil transformer). Sebuah skets perendaman minyak transformator dapat terlihat pada Gambar. 5.20.





Gambar 5.21.: Transformator dan sistem pendinginannya

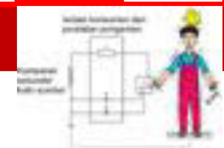
Transformator sangat kecil digunakan dalam aplikasi elektronik. Transformator kecil digunakan sebagai transformator isolasi di soket alat cukur dan juga dapat digunakan untuk catu tegangan ekstra rendah. Peralatan dipasok dari sumber tegangan ekstra rendah dapat dipasang untuk di kamar mandi atau ruang lembab, asalkan tertutup dan dilindungi dari masuknya uap kelembaban. Ini termasuk peralatan seperti pemanas air, pompa untuk mandi dan lainnya.

Tugas:

Trafo apa yang pernah saudara amati atau menggunakan selama ini?
Bagaimana tegangan primer dan sekundernya?
Apakah saudara pernah melihat trafo yang dipasang dijalan atau ditengah sawah? Bagaimana pendapatmu, jelaskan.

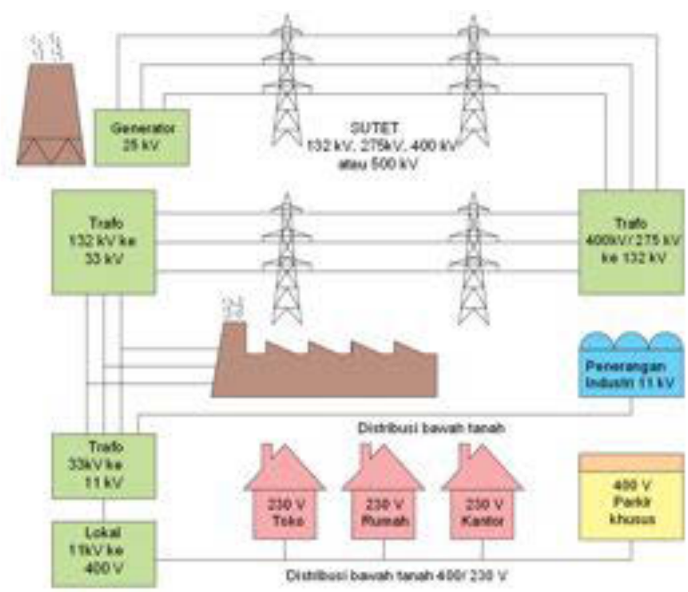
Distribusi listrik

Listrik yang dibangkitkan pada power station modern berdaya besar dengan tegangan output 25 kV (25.000volt). Hal ini kemudian dinaikan hingga 132 kV atau 270 kV untuk transmisi dari kota ke kota lain skala nasional. Ini adalah saluran udara



yang digantung pada menara transmisi yang menghubungkan antar power station dengan jutaan pengguna atau konsumen listrik. Menaikan tegangan transmisi pada level tegangan ekstra tinggi akan mengurangi kerugian atas jaringan transmisi. Jaringan 66 kV atau 33 kV yang digunakan untuk tujuan distribusi sekunder, kemudian tegangan tinggi dikurangi menjadi 20 kV atau 11 kV di daerah sub – station untuk keperluan distribusi ke pengguna seperti pabrik, toko-toko dan rumah-rumah berakhir pada tegangan 400 V dan 220 V. Kemudahan dan efisiensi dalam mengubah level tegangan hanya dimungkinkan karena pasokan tegangan a.c. Transformator digunakan untuk mengubah level tegangan menaikan atau meurunkan tegangan. Tegangan ekstra tinggi untuk transmisi, tegangan rendah untuk penggunaan konsumen. Hal ini tidak akan mungkin jika pasokan listrik yang transmisikan tegangan d.c. Gambar 5.19 menunjukkan diagram sederhana dari distribusi listrik.

Kenyataannya distribusi tenaga listrik di Indonesia banyak mengalami beberapa perkembangan yang signifikan. Sistem penyaluran daya digolongkan menjdi beberapa klasifikasi tegangan. Adapun pembagian tegangan menurut PUIL 2000 adalah sebagai berikut:



Gambar 5.22.: Distribusi listrik dari generator sampai jaringan distribusi sekunder

1) Tegangan ekstra tinggi (Extra High Voltage)

   Tegangan 200 kV – 500 kV ini umumnya digunakan pada pembangkitan dengan kapasitas hingga diatas 500 MW. Tujuannya adalah agar penampang kawat dapat direduksi secara maksimal dan tegangan jatuh dapat diatasi sehingga diperoleh operasional yang efektif dan efisien. Pembangunan transmisi dengan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggu (SUTET) akan efektif bila jarak tempuh 100 km sampai dengan 500 km.

2) Tegangan tinggi (High Voltage)

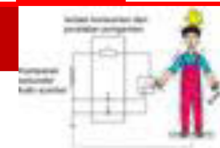
   Tegangan operasi antara 30 kV – 150 kV, jika transmisi ini beroperasi secara parsial, jarak terjauh paling efektif adalah sekitar 100 km. Jika jarak transmisi lebih dari 100 km maka tegangan jatuh terlalu besar, sehingga tegangan diujung transmisi menjadi rendah. Untuk mengatasi hal tersebut maka transmisi menggunakan sistem ring atau sistem interconnection. Ini sudah diterapkan di Pulau Jawa dan akan dikembangkan di Pulau-pulau besar lainnya di Indonesia.

3) Tegangan menengah (Medium Voltage)

   Saluran udara tegangan mengah berkisar antara 6 kV – 30 KV sehingga di Indonesia pada umumnya tegangan operasi Saluran Udara Tegangan Menengah SUTM adalah 6 KV dan 20 KV. Namun secara berangsur-angsur tegangan operasi 6 KV akan dihilangkan dan saat ini distribusi sekunder (distribusi ke konsumen) terbanyak sudah menggunakan tegangan operasi 20 KV.

4) Tegangan rendah (Low Voltage)

   Saluran udara tegangan rendah SUTR tegngan operasinya 50 Volt – 1000 Volt.



Transmisi SUTR adalah bagian akhir dari sistem tenaga listrik pada tegangan distribusi konsumen tegangan dibawah 1000 Volt. Di Indonesia, tegangan operasi transmisi SUTR saat ini adalah 220/ 380 Volt. Radius operasi jaringan distribusi tegangan rendah dibatasi oleh:

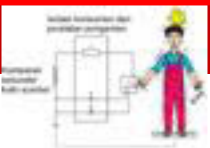
a) Susut tegangan yang disyaratkan.
b) Luas penghantar jaringan.
c) Distribusi pelanggan sepanjang jalur jaringan distribusi.
d) Sifat daerah pelayanan (desa, kota, dan lain-lain).

Susut tegangan yang diijinkan adalah + 5% dan – 10 %, dengan radius

pelayanan berkisar 350 meter. Saat ini transmisi SUTR pada umumnya menggunakan penghantar Low Voltage Twisted Cable (LVTC).

5) **Tegangan ekstra rendah (Extra Low Voltage)**

Tegangan ekstra rendah yang kemudian disebut sebagai tegangan aman yaitu rangkaian yang beroperasi pada tegangan dibawah 50 Volt. Berdasarkan IEC 449 , IEC60479 dan PUIL 2000 (SNI04-0225-2000) batas atas rentang tegangan adalah 50 Volt arus bolak balik dan 120 volt untuk arus searah.



Cek pemahaman knowledge

Ketika telah menjawab pertanyaan, bandingkan dengan jawaban dibagian belakang buku ini.

Catatan :

Lebih dari satu jawaban pilihan ganda kemungkinan benar.

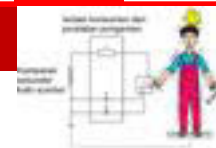
---

1. Bahan konduktor yang baik adalah:
a. tembaga
b. PVC
c. kuningan
d. kayu.

2. Bahan isolator yang baik adalah:
a. tembaga
b. PVC
c. kuningan
d. kayu

3. Sebuah bahan konduktor yang baik:
a. memiliki banyak elektron bebas
b. tidak memiliki elektron bebas
c. mungkin terbuat dari tembaga
d. dibuat dari plastik.

4. Bahan isolator yang baik:
a. memiliki banyak elektron bebas
b. tidak memiliki elektron bebas
c. mungkin terbuat dari tembaga



d. mungkin terbuat dari plastik.

5. Pada rangkaian seri, berlaku:

a. arusnya sama untuk semua resistor

b. tegangan sama untuk semua resistor

c. R_T = R1+ R2

d. $\frac{1}{RT} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}$.

6. Pada rangkaian paralel

a. arusnya sama untuk semua resistor

b. tegangan sama untuk semua resistor

c. RT = R1 R2

d. $\frac{1}{RT} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}$

7. Berapa arus yang mengalirpada resistor 10 Ω ketika terhubung ke pasokan 230 V akan:

a. 2.3A

b. 10A

c. 23A

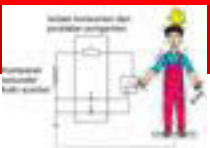
d. 230A

8. Resistansi sebuah elemen ketel membutuhkan arus 12A sedangkan tegangan pasokan adalah 230 V, tentukan besar resistansi tersebut:

a. 2,88 Ω

b. 5,00 Ω

c. 12,24 Ω



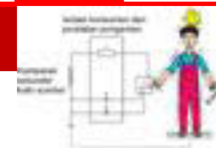
d. 19,16 Ω

9. Sebuah lampu pijar 12 ohm membutuhkan arus 2 A pada saat kecemerlangan penuh. Tegangan lampu kondisi ini adalah:
a. 6 V
b. 12 V
c. 24 V
d. 48 V

10. Arus yang mengalir melalui solenoid akan menimbulkan fluks magnet. Jika inti besi ditambahkan ke solenoid sementara arus tetap pada nilai konstan, maka fluks magnet akan:
a. tetap konstan
b. benar-benar terbuang
c. penurunan kekuatan
d. peningkatan kekuatan.

11. Resistor 6 Ω dan 3 Ω dihubungkan secara seri. Gabungan nilai resistansi akan menjadi:
a. 2,0 Ω
b. 3,6 Ω
c. 6,3 Ω
d. 9,0 Ω

12. Resistor 6 Ω dan 3 Ω yang terhubung secara paralel. Gabungan nilai



resistansi akan menjadi:

a. 2,0 Ω

b. 3,6 Ω

c. 6,3 Ω

d. 9,0 Ω.

13. Resistor 20 Ω, 40 Ω dan 60 Ω dihubungkan secara seri. Total nilai resistansi

akan menjadi:

a. 10,9 Ω

b. 20,0 Ω

c. 60,6 Ω

d. 120 Ω

.

14. Resistor 20 Ω, 40 Ω dan 60 Ω terhubung secara paralel. Total nilai resistansi

akan menjadi:

a. 10,9 Ω

b. 20,0 Ω

c. 60,0 Ω

d. 120 Ω.

15. Dua resistor identik dihubungkan secara seri pada baterei 24 V. Tegangan

Jatuh masing-masing resistor akan menjadi:

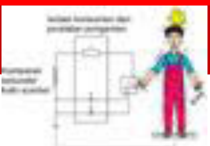
a. 2 V

b. 6 V

c. 12 V

d. 24 V.

16. Dua resistor identik terhubung secara paralel di baterei 24 V. Tegangan jatuh



masing-masing resistor akan menjadi:

a. 2 V

b. 6 V

c. 12 V

d. 24 V.

17. Listrik yang dihasilkan pada pembangkit listrik modern dengan tegangan:

a. 230 V

b. 400 V

c. 25 kV

d. 132 kV.

18. Listrik didistribusikan pada jaringan transmisi dengan tegangan:

a . 230 V

b . 400 V

c . 25 kV

d . 132 kV .

19 . Jelaskan dengan bantuan diagram sederhana bagaimana atom dan elektron berperilaku dalam suatu material sebagai konduktor listrik yang baik.

20 . Jelaskan , dengan bantuan diagram sederhana, bagaimana atom dan elektron berperilaku pada suatu bahan isolator yang baik.

21 . Lima bahan yang digunakan sebagai konduktor yang baik di industri elektroteknik.

22 . Lima bahan yang digunakan sebagai isolator yang baik di industri

elektroteknik.

23 . Sket rangkaian sederhana dari dua resistor yang dihubungkan secara seri pada baterei dan menjelaskan bagaimana arus mengalir pada rangkaian ini

24 . Sket rangkaian sederhana dari dua resistor yang dihubungkan secara paralel diseluruh baterei dan menjelaskan bagaimana arus mengalir pada rangkaian ini .

25 . Sket rangkaian sederhana untuk menunjukkan bagaimana voltmeter dan ammeter akan dihubungkan ke rangkaian dengan tujuan mengukur tegangan total dan arus total

.

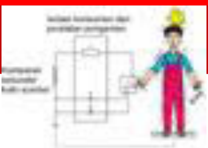
26 . Jelaskan keuntungan menggunakan pasokan a.c untuk jaringan interkoneksi daripada pasokan d.c.

27 . Sket sebuah transformator sederhana dan lilitan primer dan lilitan sekunder. Mengapa inti logam pada transformator dilaminasi? Bagaimana kita mendinginkan transformator dengan daya besar?

28 . Sebut lima aplikasi praktis transformator? Misalnya: soket dan alat cukur.

29 . Jelaskan tiga efek arus listrik!

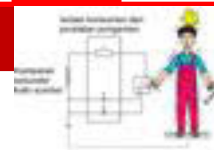
30 . Sket pola fluks magnetik :



a . sekitar magnet batang sederhana

b . magnet tapal kuda

c . menjelaskan aplikasi untuk solenoid.



Pembelajaran 2

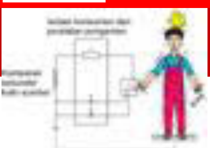
Prinsip teknologi

Kegiatan 6.

Kabel dan rangkaian listrik dasar

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) menyatakan bagian komponen dan kabel listrik
2) menyatakan bagian komponen dari sebuah rangkaian listrik
3) menentukan sistem kabel yang tepat
4) mengidentifikasi persyaratan pelindung ikatan ekipotensial
5) bagian konduktif terbuka dan bagian konduktif asing
6) prinsip dasar pengaman, kesalahan pengaman dan pengaman beban lebih



Kabel listrik

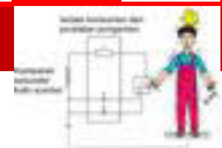
Sebelumnya telah kita bahas pengetahuan tentang konduktor dan isolator. Dalam bab ini, kita akan melihat aplikasi praktis pengetahuan tentang kabel listrik. Kebanyakan kabel dapat dibangun atau dirancang dalam tiga bagian :

1) Penampang konduktor harus sesuai dengan kapasitas beban.
2) Isolasi kabel memiliki warna atau kode nomor identifikasi dan selubung luar yang mungkin mengandung beberapa sarana untuk memberikan perlindungan dari kerusakan mekanis.
3) Konduktor adalah inti kabel yang terbuat dari tembaga atau aluminium dan mungkin berbentuk serabut (Stranded) atau bentuk pejal (solid). Konduktor pejal hanya digunakan pada instalasi kabel tetap dan dapat berbentuk kabel yang lebih besar.

Konduktor stranded lebih fleksibel dan konduktor dengan ukuran penampang 4,0 mm^2 sampai 25,0 mm^2 dibuat dengan tujuh untai kawat. Sedang untuk konduktor 10 mm^2 misalnya, memiliki tujuh untai kawat dengan diameter 1,35 mm yang secara kolektif membentuk luas penampang kabel 10 mm^2. Konduktor diatas 25 mm^2 memiliki lebih dari tujuh untai kawat, dan seterusnya tergantung pada ukuran kabel. Kabel fleksibel memiliki beberapa untai kawat yang sangat halus, sehalus satu helai rambut manusia. Hal ini memberikan kabel berkualitas semakin fleksibel.

Warna isolasi kabel

Dua puluh delapan tahun yang lalu Inggris setuju untuk mengadopsi kode warna dari Eropa untuk kabel fleksibel, yaitu cokelat untuk kabel bertegangan atau hantaran fase, biru untuk konduktor netral dan hijau dikombinasikan dengan kuning untuk hantaran pentanahan. Namun, tidak ada harmonisasi serupa yang diusulkan untuk kabel non-fleksibel yang digunakan untuk jaringan kabel pejal. Hantaran pejal warna merah untuk hantaran fase, hitam untuk hantaran netral dan hijau dikombinasikan



dengan kuning untuk hantaran pembumian. Untuk PUIL 2000 ayat 7.2. idenfikasi penghantar dengan warna dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 6.1.: Kode warna kabel sesuai PUIL 2000

Hantaran Fase (a.c.)			**Netral**	**Pembumian**
R/ L1	S/ L2	T/ L3	N	PE/ HP
Merah	Kuning	Hitam	Loreng Kuning-hijau	Biru
Hantaran d.c.				
Positif	Negatif	Kawat tengah	***Catatan***	
+	-		Warna isolasi kabel positip dan negative tidak ditentukan	
		Biru		

Harmonisasi warna

Harmonisasi warna kabel dilakukan di Eropa mengingat kondisi geografis dan perekonomian bersama diseantero wilayah ini. Mengingat eksport energi listrik sudah berlangsung lama maka perlu adanya penyesuaian atau harmonisasi dibidang kelistrikan tetapi dengan tetap mengacu pada standar IEC sehingga akan memudahkan dalam pelayanan dan saling menguntungkan.

1) Hantaran satu fase, hantaran fase warna coklat garis, konduktor netral biru dan hijau dikombinasikan dengan kuning untuk konduktor pembumian.
2) Hantaran tiga fase, warnanya coklat, hitam dan abu-abu baris, hantaran netral biru dan hijau dikombinasikan dengan kuning untuk hantaran pembumian.

Dalam kegiatan pemeliharaan harus selalu melakukan catatan atau tanda pada perubahan atau perbaikan semua konduktor dengan diidentifikasi warna secara benar sesuai dengan standar yang diberlakukan oleh perusahaan. Setiap pengembangan atau perubahan instalasi tiga fase harus ditandai dengan simbol atau tanda untuk: hantaran fase R atau L1, S atau L2, T atau L3 dan N untuk netral serta PE atau Hp atau Ground untuk pentanahan. Kedua kabel baru dan lama harus ditandai.

Kabel berisolasi dan berselubung PVC

Instalasi rumah dan instalasi komersial (usaha dan perdagangan) diusahakan selalu menggunakan kabel ini, karena dapat langsung dipasang pada bagian permukaan dinding, ditanam dalam plester atau dipasang dengan pipa atau trunking. Ini adalah kabel yang paling sederhana dan paling murah. Gambar 6.1 menunjukan kabel NYM 5 x 1,5 mm^2. Konduktor berisolasi PVC dengan kode warna dan kemudian berselubung PVC diluarnya.



Gambar 6.1.: Kabel NYM

Kabel PVC Steel Wire Armour (SWA)

Kabel berisolasi PVC berpelidung kawat baja digunakan untuk sambungan kabel antar bangunan bawah tanah, kabel saluran utama tempat tinggal, sub-induk dan instalasi industri. Kabel dipilih dan digunakan untuk menghadapi beberapa kemungkinan gangguan mekanis dan persyaratan lain yang diperlukan kabel tanah.

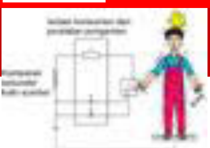


Gambar 6.2.: Kabel PVC SWA

Penghantar berisolasi PVC dengan kode warna isolasi dengan konstruksi baik secara tunggal atau beberapa inti dalam selubung PVC (lihat Gambar 6.2). Diantara isolasi dengan selubung PVC diproteksi atau diberi lapisan kawat baja memutar sepanjang kabel dan selubung PVC terluar berfungsi melindungi kawat baja dari korosi. Selubung kawat baja juga disediakan sebagai rangkaian pengaman hantaran dan untuk penyambungan ujung kabel cukup digunakan sepatu kabel.

Kabel MICC (Mineral Insulated Copper Clad)

Sebuah kabel berisolasi mineral (Mineral Insulated) memiliki selubung tembaga mulus yang membuat kabel tahan terhadap air dan tahan terhadap korosi. Karakteristik ini sering menjadi satu-satunya pilihan kabel untuk instalasi di area suhu tinggi dan rawan bahaya misalnya pada wilayah kilang minyak, proses kimia, rumah boiler, tungku, pompa bensin dan instalasi alarm kebakaran. Kabel ini secara keseluruhan memiliki diameter kecil bila dibandingkan dengan jenis kabel alternatif

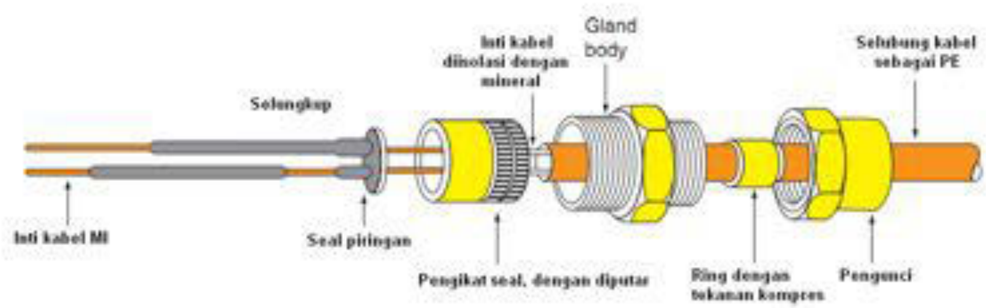


lainnya. Sedangkan pemakaiannya disesuaikan dengan struktur konstruksi yang dicerminkan dengan kode pada selubung kabelnya. Selubung *oranye* berarti dipakai untuk keperluan umum, *putih* untuk penerangan darurat dan *merah* untuk pengawatan alarm kebakaran. Tembaga pelidung bagian luar disediakan untuk keperluan *hantaran pengaman rangkaian* (CPC) dan penyambungannya harus menggunakan kabel glands yang penyambungannya dilakukan oleh orang yang ahli atau terlatih (lihat Gambar 6.3.).



Gambar 6.3.: Kabel MICC, penampang 1.5 mm²; diameter keseluruhan 7,2 mm.

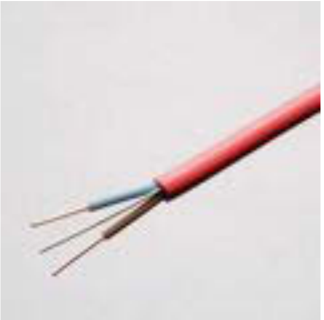
Konduktor tembaga yang tertanam dalam bubuk yaitu magnesium oksida warna putih, yang tahan terhadap korosi dan tahan api, tetapi higroskopik yang berarti bahwa mudah menyerap uap air dari udara disekitarnya.



Gambar 6.4.: Sambungan MICC dengan kabel glands

Kabel FP 200

Kabel ini tersedia dengan inti pejal atau serabut berisolasi insudite bahan isolasi tahan api. Fire Protection 200 berselubung thermo plastik keras sebagai kabel instalasi alarm kebakaran dan rangkaian deteksi kebakaran. FP plus sekarang lebih mudah untuk diinstal dan juga tahan terhadap kerusakan inti Insudite.



Gambar 6.5.: Kabel FP 200

FP 200 tersedia dalam 2, 3, 4, 7, 12 dan 19 inti dengan berbagai ukuran penampang penghantar 1,0 sampai 4,0 mm. Warna inti kabelnya ada dua inti: merah dan hitam, tiga inti: merah, kuning dan biru dan empat inti: hitam, merah, kuning dan biru. Kabel ini mudah digunakan karena berisolasi PVC dan kabel berselubung. Tidak diperlukan cable glands khusus yang dibutuhkan, kabel dapat diikat ujungnya dengan grommet karet pada kotak panel atau dipasang glands sederhana. Kabel tahan api, terutama digunakan pada alarm kebakaran dan instalasi pencahayaan darurat atau dapat ditanam dalam plester.

Kabel tegangan tinggi

Kabel ini digunakan untuk distribusi listrik tegangan tinggi, kontraktor listrik akan memerlukan terminasi dan keahlian instalasi khusus. Peraturan meliputi distribusi tegangan tinggi berada diluar lingkup peraturan pemanfatan tenaga listrik (instalasi listrik). Beroperasi pada tegangan lebih dari 33 kV dan kapasitas daya dalam

Megawatt, dengan jaringan udara ketinggiannya diluar jangkauan tangan manusia yaitu dengan menggunakan tiang atau tower atau bahkan dibangun ditanam didalam tanah pada lorong atau parit.

Hantaran (saluran) udara tegangan tinggi

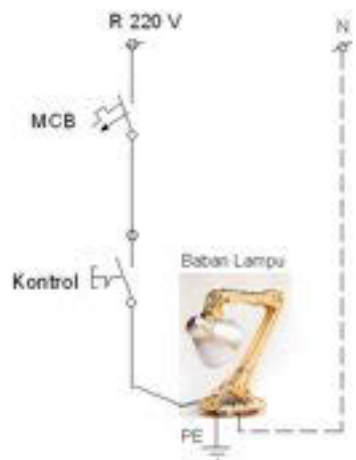
Dengan digantung pada menara kabel atau tiang, saluran udara harus ringan, fleksibel dan kuat. Hantaran ini terbuat dari bahan aluminium bentuk stranded ditengahnya diberi kawat inti baja (lihat Gambar 6.6). Konduktor aluminium ACSR akan mengalirkan arus dan inti baja berfungsi sebagai kekuatan tarik yang diperlukan untuk menahan kabel antar tiang atau antar tower. Kawat ini tidak berisolasi karena ditempatkan di luar jangkauan tangan manusia (termasuk bangunan serta tumbuan terdekat) dan ingat isolasi kabel hanya akan menambah berat hantaran.



Gambar 6.6.: Kawat ACSR (Alumunium Conductor Steel Reinforce)

Komponen rangkaian listrik

Setiap bagian atau komponen pada sebuah rangkaian listrik harus dirangkai sesuai dengan aturan. Sebuah peralatan listrik yang bekerja secara efisien dan efektif harus dapat secara tepat dan aman terhubung pada sumber tegangan atau pasokan listrik. Sebuah rangkaian listrik memiliki lima komponen berikut seperti ditunjukkan pada Gambar 6.7.:



Gambar 6.7.: Bagian komponen rangkaian listrik

Bagian penting dari rangkaian listrik adalah:

1. Sumber energi listrik. Selain tegangan a.c. dari PLN dapat juga dipilih sumber listrik d.c. dari baterei atau akumulator.
2. Pengaman rangkaian listrik dikenal ada dua yaitu pengaman lebur fuse dan pemutus sirkit missal: MCB. Fuse atau sekering atau pengaman lebur akan leleh kawat leburnya bila terjadi overload (beban lebih) atau terjadi hubung singkat, dan ingat fuse hanya untuk sekali pakai sedangkan MCB (Miniature Circuit Breaker) persis seperti halnya sekering tetapi dapat dipakai berulang-ulang.
3. Hantaran rangkaian atau kabel. Hantaran akan menyalurkan tegangan listrik pada beban (misalnya: lampu atau motor) dan arus listrik akan mengalir melalui

penghantara bilamana sudah terjadi rangkaian tertutup (close loop) dari semua komponen dasarnya.

4. Sarana untuk mengontrol atau pengendali rangkaian. Komponen ini biasanya dipakai sakelar, fungsinya untuk menghubungkan atau memutuskan pada rangkaian terhadap sumber tegangan.
5. Beban listrik. Ini adalah suatu peralatan atau mesin listrik yang akan operasi jika diberi tegangan listrik. Diantaranya yaitu lampu listrik, peralatan listrik, sebuah motor atau i-pod.

Memilih kabel

Instalasi listrik terdiri dari banyak rangkaian listrik yang berbeda-beda, rangkaian pencahayaan, rangkaian listrik fase tunggal, rangkaian domestik dan rangkaian tiga fase industri atau rangkaian komersial atau apapun rangkaiannya akan selalu menggunakan kabel listrik. PUIL 2000 atau peraturan lain memberitahu kita bahwa peralatan listrik dan material harus dipilih yang cocok untuk diinstal dan sesuai dengan kondisinya lingkungannya missal: area suhu kering, adanya air, korosi, gangguan mekanis, getaran atau radiasi matahari. Oleh karena itu, isolasi PVC dan kabel berselubung adalah cocok untuk instalasi rumah tetapi untuk kabelnya membutuhkan perlindungan mekanis. Demikian juga cocok untuk ditanam ditanah, kabel isolasi PVC akan lebih cocok. Apalagi untuk kabel MI yang tahan air, tahan panas dan tahan korosi dengan beberapa perlindungan mekanis. Jaminan kualitas sering menjadi satu-satunya pilihan kabel yang akan dipakai untuk instalasi area suhu tinggi dan berbahaya seperti kilang minyak, karya kimia, rumah boiler dan instalasi pompa bensin.

Pasokan listrik

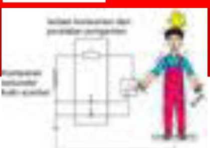
Listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik modern dengan output tegangan 25 kV ditransmisikan melalui transformer untuk dinaikan atau diturunkan pada saluran konsumen melalui jaringan kabel yang kompleks yang kemudian dikenal sebagai sistem interkoneksi. Jaringan kabel Ini bertegangan tinggi terutama pada saluran udara dari menara transmisi yang akan menghubungkan puluhan bahkan bisa sampai ratusan pembangkit listrik antar kota, propinsi atau antar pulau bahkan antar

negara dengan jutaan konsumen. Jalur transmisi tegangan ekstra tinggi Sumatera-Jawa-Bali mencapai ribuan kilometer dimana rute jaringan sebagian besar melalui wilayah pedesaan.

Konstruksi atau menara yang didirikan didaerah pedesaan sering menimbulkan keprihatinan, tetapi setiap usaha pendirian rute saluran udara didaerah tertentu mungkin akan merusak pandangan (estetika) yang baik. Seyogyanya konsultasi penuh dengan pihak yang berkepentingan mengenai rute yang akan dilalui. Petani diberi kompensasi biaya yang kecil untuk pendirian menara saluran transmisi ditanah mereka. Telah bertahun-tahun banyak disain menara yang berbeda-beda, warna-warni menara telah dicoba, tetapi untuk kondisi di Sumatera, Jawa dan Bali menara kisi baja galvanis dianggap paling cocok dan paling efisien. Bagi mereka yang menganggap menara transmisi kurang sedap dipandang, maka jelas akan member saran untuk memasang semua kabel dibawah tanah. Di daerah-daerah yang mempunyai keindahan alamnya luar biasa akan dilakukan saluran dibawah tanah, tetapi kabel bawah tanah akan setara dengan 16 kali lebih mahal dari saluran udara. Pada jalur transmisi yang panjang nilai kerugian bisa semakin tinggi, tetapi dengan menaikan tegangan operasi akan mengurangi arus sekaligus mengurangi kerugian daya tertentu dengan hitungan daya hilang adalah I^2 R, diameter kabel semakin kecil sehingga secara keseluruhan efisiensi transmisi semakin meningkat. Untuk standarisasi peralatan, tegangan standar yang digunakan adalah:

1) 300 kV dan 500 kV untuk jaringan ekstra tinggi
2) 132 kV untuk jaringan asli
3) 66 dan 33 kV untuk transmisi sekunder
4) 11 kV untuk distribusi tegangan menengah
5) 400 V untuk suplai konsumen komersial
6) 230 V untuk suplai konsumen domestik.

Sebuah diagram representasi yang menunjukkan distribusi daya dari pembangkit listrik ke konsumen diberikan pada Bab 5. Semua distribusi lokal menggunakan kabel bawah tanah (terutama di kota atau wilayah bangunan perumahan elit) dari



sub-stasiun ditempatkan dekat dengan pusat beban dan dipasok dengan tegangan menengah. Trafo di sub-station lokal diturunkan tegangan menjadi 400 V system tiga fase dan kabel netral dihubungkan pasokan distribusi konsumen. Sambungan satu fase dengan hantaran netral dari sistem tiga fase 400 V memberikan pasokan tegangan 230 V fase-tunggal, sambungan saluran ini cocok untuk konsumen. Ketika beban fase tunggal dipasok dari pasokan tiga fase beban harus diusahakan seimbang disetiap fasenya. Artinya, beban harus sama-sama di setiap hantaran fase sehingga setiap fase kira-kira terbebani sama atau mendekati sama dalam waktu yang sama juga. Hal ini untuk mencegah terjadinya kelebihan beban.

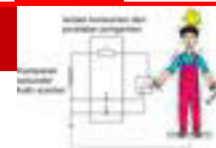
Instalasi listrik yang aman

Penyediaan instalasi listrik yang aman merupakan dasar untuk seluruh konsep sistem distribuisi listrik didalam dan sekitar bangunan harus aman. Instalasi listrik secara keseluruhan harus dilindungi terhadap gangguan beban lebih (overload) dan hubung pendek (short circuit) bahkan orang-orang yang menggunakan instalasipun harus dilindungi terhadap sengatan listrik. Instalasi yang memenuhi persyaratan harus dilindungi dari beban lebih dan hubung singkat. Metode yang paling universal digunakan untuk menyediakan pengaman energi listrik adalah pelindung ekipotensial ditambah dengan pemutusan jaringan oleh pengaman lebur atau pemutus sirkit otomatis (MCB). Jadi, mari kita lihat elemen penting keselamatan instalasi listrik.

Peralatan listrik milik konsumen jaringanya dekat dengan saluran masuk. Untuk memenuhi persyaratan keamanan instalasi maka harus diberikan perangkat:

1) Perlindungan terhadap sengatan listrik
2) Perlindungan terhadap arus lebih
3) Isolasi dan switsing.

Perlindungan terhadap *sengatan listrik*, baik perlindungan dasar dan kesalahan pengamannya. Untuk keperluan tersebut harus disediakan perangkat isolasi dengan menyambung semua bagian aktif pada hantaran pembumian termasuk rangka atau bodi bahan logam. Memberikan sekering atau pemutus sirkit agar



sumber tegangan secara otomatis akan terputus atau trip jika mengalami gangguan. Untuk memberikan proteksi arus perlu menyediakan perangkat yang akan memutuskan sumber tegangan secara otomatis sebelum arus berlebihan dapat menyebabkan kenaikan temperatur kabel dan kleak akan merusak instalasi. Sebuah pengaman lebur atau MCB akan memenuhi persyaratan ini.

Sebuah *isolator* adalah perangkat mekanis yang dioperasikan secara manual dan disediakan untuk memutuskan jaringan instalasi, satu rangkaian atau satu bagian dari peralatan dapat terputus atau diputus dari sumber tegangannya. Selain itu, sarana pemutus untuk pemeliharaan atau switsing jaringan darurat harus disediakan. Sakelar merupakan jawaban dalam menyediakan sarana isolasi tersebut, tetapi isolator merupakan bentuk lain untuk tujuan mengisolasi jaringan dengan pasokan tegangan yaitu dibuka ketika sirkit tidak berarus. Tujuannya adalah untuk menjamin keselamatan teknisi yang sedang melakukan pemeliharaan pada rangkaian listrik tersebut dengan memutuskan bagian-bagian yang tersambung sebagaimana pelayanan normal.

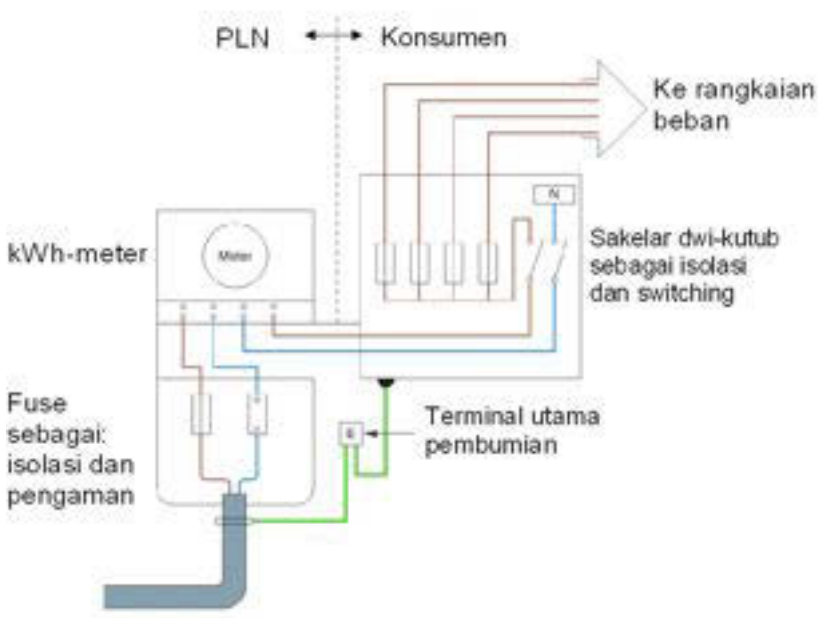


Gambar 6.8.: Peralatan Isolasi sekaligus switsing

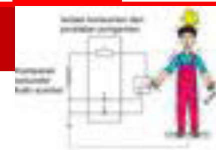
Satu perangkat dapat difungsikan keduanya yaitu sebagai *isolasi maupun switsing* yaitu bilamana karakteristik perangkat memenuhi persyaratan untuk kedua fungsi tersebut. Peralatan *switsing* dioperasikan secara elektrik pada layanan normal adalah disebut sebagai "functional switching". Rangkaian dikendalikan oleh switchgear yang dirakit dan dioperasikan dengan aman dalam kondisi normal, terisolasi secara otomatis dalam kondisi gangguan, atau terisolasi secara manual saat melakukan prosedur

pemeliharaan. Persyaratan akan dipenuhi apabila pekerjaannya baik dan dilakukan oleh orang yang kompeten dan instalasinya mendapat sertifikat layak operasi (LO) dari yang berwenang untuk itu.

Seperti sakelar, isolator, sekering atau pemutus sirkit. Peralatan milik otoritas perusahaan listrik (PLN) akan selalu disegel untuk mencegah adanya tindakan yang tidak sah, karena jika koneksi terjadi sebelum meter, energi yang digunakan oleh konsumen tidak akan tercatat oleh meteran. Gambar 6.9 menunjukkan koneksi dan peralatan pada posisi layanan domestik.



Gambar 6.9.: Sambungan rumah



Sambungan pembumian

Tujuan dari peraturan sambungan pembumian atau pentanahan adalah untuk menjaga sambungan semua logam pada instalasi listrik dengan potensial bumi, sebagaimana logam aktiv pada instalasi listrik, sehingga tidak akan ada arus mengalir sehingga menyebabkan sengatan listrik.

Syarat untuk adanya arus mengalir yaitu harus ada perbedaan potensial antara dua titik, tetapi jika titik tersebut tersambung atau satu saluran maka tidak akan ada beda potensial. Ikatan atau tersambungnya bagian logam pada instalasi listrik dikenal sebagai pengaman ***ekipotensial*** dan yang memberikan proteksi terhadap sengatan listrik.

Mari kita mendefinisikan beberapa istilah baru yang penting dan berlaku untuk instalasi listrik.

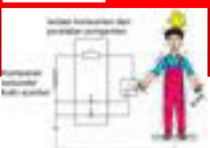
Pembumian adalah sambungan dari bagian konduktif terbuka pada instalasi listrik dengan terminal utama pembumian instalasi.

Bonding adalah menyambungkan bersama-sama bagian logam terbuka atau logam lain yang menjadi bagian dari instalasi listrik untuk tujuan keamanan.

Bagian kontak terbuka adalah logam terbuka yang merupakan bagian instalasi listrik. Pipa logam, trunking, kotak logam dan peralatan yang berfungsi sebagai asesori instalasi listrik.

Bagian kontak asing adalah bagian logam lain yang bukan bagian dari instalasi listrik. Tulangan besi pada struktur bangunan, pipa gas, pipa air dan pipa pemanas sentral serta radiator.

Pengamanan dasar adalah proteksi terhadap sengatan listrik pada kondisi tidak terjadi kesalahan yang dilakukan oleh bagian isolasi aktif.



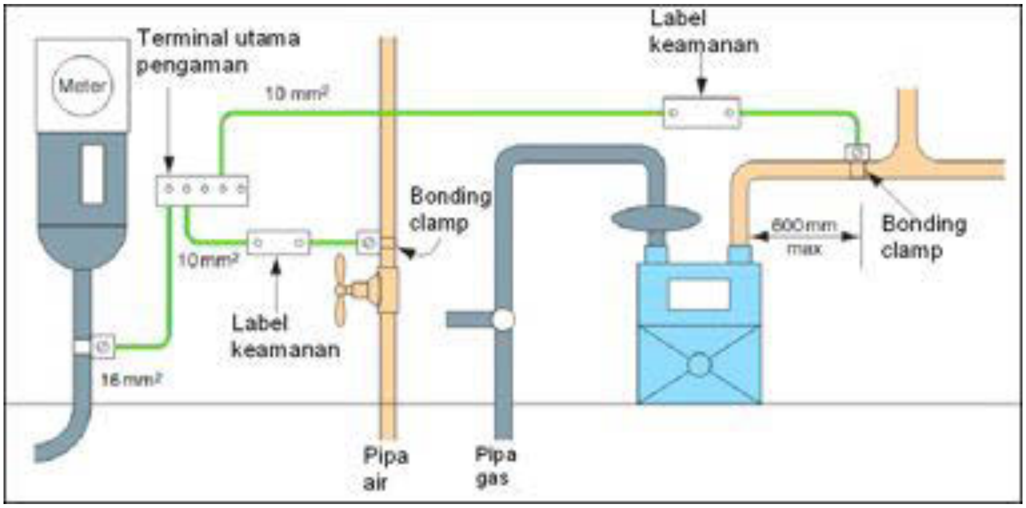
Kesalahan proteksi adalah proteksi terhadap sengatan listrik di bawah kondisi kesalahan tunggal yang dilakukan oleh ekipotensial dan pemutusan otomatis oleh pemutus sirkit misalnya: MCB.

Ikatan ekipotensial pengaman

Dimana peralatan listrik dibumikan, kemungkinan akan terjadi kontak dengan logam aktif pada layanan lain, ikatan ini juga harus secara efektif terhubung pada terminal pembumian utama instalasi (PUIL 2000. 3.12). Layanan lain yang dimaksudkan adalah sebagai:

- pipa air utama
- pipa gas utama
- pipa layanan lain dan ducting
- pemanas dan sistem pendingin udara sentral
- bagian logam dari struktur bangunan
- Penangkal petir

Pengaman ikatan ekipotensial harus dilakukan untuk layanan gas dan air pada titik masuk dalam gedung, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.10. dengan menggunakan penghantar ikatan (bonding) isolasi penampangnya tidak boleh kurang dari setengah penampang pembumiannya. Penampang minimum yang diijinkan adalah 6 mm^2 tetapi penampang maksimalnya tidak melebihi 25 mm^2.

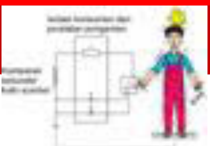


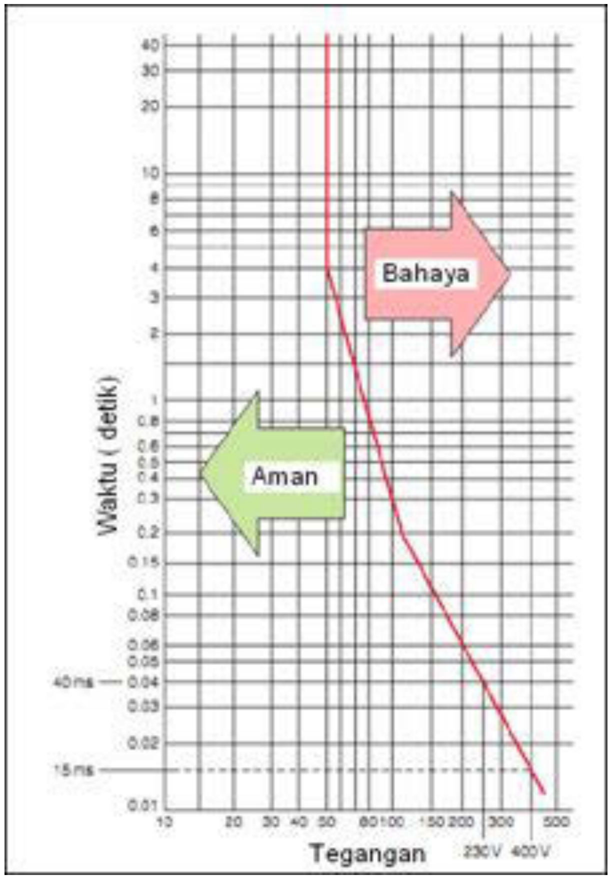
Gambar 6.10.: Pengaman ikatan ekipotensial pada pipa gas dan pipa air.

Ikatan klem harus dipasang pada sisi meteran konsumen antara gas dan unit outlet, sebelum percabangan pipa tapi dalamnya 6 mm dari meteran. Sebuah label harus tetap terjaga dalam posisi terlihat dekat titik sambungan dari ikatan ekipotensial dengan kata-kata ***" Awas Sambungan Pengaman Listrik " Jangan dilepas !!.***

Sengatan listrik dan pengaman beban lebih

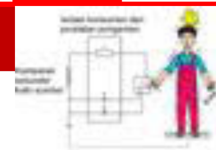
Sengatan listrik biasanya disebabkan oleh sentuhan bagian konduktif yang aktif, atau dengan sentuhan bagian konduktif terbuka akibat dari kesalahan. Kurva tegangan sentuh pada Gambar. 6,11. menunjukkan bahwa jika seseorang melakukan kontak tegangan 230 V bisa terbebas dari bahaya bila dalam waktu 40 ms ia harus cepat lepas dari sengatan listrik. Demikian pula, orang yang kontak dengan 400 V harus dirilis lebih cepat lagi yaitu pada waktu 15 ms terbebas dari tegangan jika ingin menghindari kecelakaan yang lebih parah.





Gambar 6.11.: Kurva bahaya sengatan listrik

Secara umum, perlindungan terhadap sentuhan bagian aktif dilakukan oleh isolasi atau selungkup dan kemudian disebut dengan "pengaman dasar ". Perlindungan terhadap suatu sentuhan dapat membuat gangguan sebagai akibat dari kesalahan yang terjadi dan kemudian disebut dengan perlindungan kesalahan yang dapat dilakukan atau dicapai dengan ikatan pengaman ekipotensial dan pemutusan sirkit otomatis pada sumber tegangan dimana terjadi kesalahan. Sumber tegangan ekstra rendah (SELV) terpisah memberikan pengamanan terhadap keduanya yaitu pengamanan dasar dan pengamanan kesalahan. Selanjutnya berkaitan dengan penerapan langkah perlindungan keamanan terhadap



perangkat switsing atau switchgear dipersyaratkan untuk pengamanan isolasi dan pemutusan jaringan konsumen.

Pengaman utama konsumen harus mudah diakses oleh pelanggan dan dapat :

a. mengisolasi instalasi selurug rangkaian dari tegangan sumber.

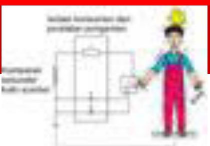
b. melindungi terhadap arus lebih

c. memutus arus pada area terjadi kesalahan serius.

Perlindungan terhadap arus lebih

Arus listrik yang mengalir melebihi arus nominal pada satu rangkaian dapat di akibatkan oleh adanya kelebihan beban atau hubung singkat. Sebuah overload atau kelebihan arus didefinisikan sebagai arus yang melebihi arus nominal (rating current). Rangkaian hubung pendek adalah sebuah arus yang dihasilkan dari kesalahan impedansi yang diabaikan (relative kecil) antara hantaran fase dengan hantaran atau potensial lain. Hubung pendek biasanya terjadi sebagai akibat dari kecelakaan yang tidak bisa diprediksi sebelumnya .

Kelebihan beban dapat mengakibatkan arus melebihi arus nominal nilainya dua atau tiga kali arus nominal rangkaian, sedangkan arus hubung pendek mungkin ratusan kali lebih besar dari nilai nominal. Dalam kedua kasus, persyaratan dasar untuk perlindungan adalah bahwa jaringan harus putus sebelum kesalahan semakin fatal sehingga menyebabkan kenaikan suhu yang dapat merusak isolasi, kontak pemutusan serta sekeliling penghantarnya. Jika perangkat yang digunakan untuk perlindungan overload juga mampu memutuskan arus hubung pendek dengan aman, maka salah satu perangkat dapat digunakan untuk memberikan perlindungan dari kedua kesalahan. Perangkat yang menawarkan perlindungan dari arus lebih adalah :

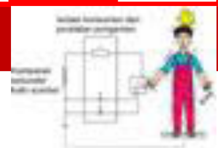


a. sekering semi- tertutup

b. sekering cartridge.

c. sekering kapasitas tinggi NH

d. MCB.



Cek pemahaman knowledge

Ketika telah menjawab pertanyaan, bandingkan dengan jawaban dibagian belakang buku ini.

Catatan :

Lebih dari satu jawaban pilihan ganda kemungkinan benar.

---

1 . Sebuah kabel listrik terdiri dari tiga bagian yaitu:

a . konduksi , konveksi dan radiasi

b . konduktor , isolasi dan selubung luar

c . pemanas , magnetik dan kimia

d . konduktor dan isolator .

2 . Sebuah metode kabel yang sesuai untuk instalasi domestik akan menjadi :

a . instalasi saluran pipa logam

b . trunking dan nampan instalasi

c . kabel PVC

d . Kabel PVC / SWA .

3 . Sebuah metode kabel yang sesuai untuk pakan bawah tanah untuk remote bangunan akan menjadi :

a . instalasi saluran pipa logam

b . trunking dan nampan instalasi

c . kabel PVC

d . Kabel PVC / SWA .

4 . Sebuah metode yang sesuai untuk kabel instalasi suhu tinggi dalam rumah boiler adalah :

a . instalasi saluran pipa logam

b . trunking dan nampan instalasi

c . kabel FP200

d . Kabel MI .

5 . Kabel diskors dari menara transmisi Grid Nasional
Jaringan terbuat dari :

a . tembaga dan kuningan

b . tembaga dengan PVC isolasi

c . aluminium dan baja

d . aluminium dan porselen .

6 . Sebuah sistem kabel yang sesuai untuk instalasi industri tiga fase
akan menjadi :

a . kabel PVC

b . PVC saluran

c . salah satu yang memenuhi persyaratan Bagian 2 dari Peraturan IEE

d . salah satu yang memenuhi persyaratan Bagian 5 dari Peraturan IEE .

7 . Sebuah arus yang melebihi nilai dinilai dalam sehat
sirkuit adalah salah satu definisi :

a . pembumian

b . ikatan

c . kelebihan

d . hubung singkat .

8 . Sebuah arus yang dihasilkan dari kesalahan impedansi diabaikan adalah salah satu
Definisi :

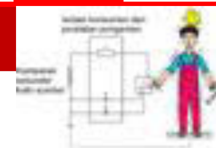
a . pembumian

b . ikatan

c . kelebihan

d . hubung singkat .

9 . Sambungan dari bagian konduktif terbuka dari sebuah instalasi ke
utama pelindung pembumian terminal instalasi adalah salah satu de < 0093 >



Definisi dari :

a . pembumian

b . pelindung ikatan ekipotensial

c . kelebihan

d . hubung singkat .

10 . The menghubungkan bersama dari bagian konduktif terbuka atau asing dari instalasi untuk tujuan keamanan adalah salah satu de < 0093 > Definisi dari :

a . pembumian

b . pelindung ikatan ekipotensial

c . bagian konduktif terbuka

d . bagian konduktif luar .

11 . Saluran dan trunking bagian dari instalasi listrik adalah :

konduktor a.earth

b . ikatan coexposed bagian konduktif

c . bagian konduktif terbuka

d . bagian konduktif luar .

12 . Gas , air dan pipa pemanas sentral bangunan , tidak membentuk bagian dari instalasi listrik disebut :

a . konduktor pembumian

b . konduktor bonding

c . bagian konduktif terbuka

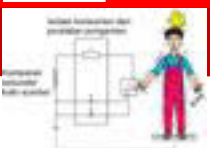
d . bagian konduktif luar .

13 . Perlindungan yang diberikan oleh isolasi bagian langsung dari listrik instalasi disebut :

a . perlindungan yang berlebihan

b . perlindungan hubung singkat

c . perlindungan dasar



d . kesalahan perlindungan .

14 . Perlindungan yang diberikan oleh pelindung ikatan ekipotensial dan pemutusan otomatis pasokan disebut :

a . perlindungan yang berlebihan

b . perlindungan hubung singkat

c . perlindungan dasar

d . kesalahan perlindungan .

15 . Menghasilkan sketsa berwarna cepat dari berisolasi PVC dan berselubung kabel dan nama bagian .

16 . Menghasilkan sketsa berwarna cepat kabel PVC / SWA dan nama bagian .

17 . Menghasilkan sketsa cepat dari sebuah sirkuit listrik dan nama < 0093 > ve bagian komponen .

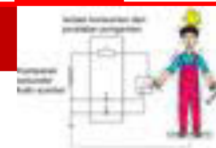
18 . Berikan contoh dari perangkat atau aksesori untuk setiap bagian komponen . Sebagai contoh, pasokan mungkin dari a.c. yang listrik atau baterai .

19 . Dalam kata-kata Anda sendiri menyatakan makna sirkuit kelebihan beban dan pendek
perlindungan sirkuit . Apa yang akan menyediakan jenis perlindungan ?

20 . Menyatakan tujuan pembumian dan bumi perlindungan . Apa yang harus kita lakukan untuk
mencapainya dan mengapa kita melakukannya?

21 . Dalam kata-kata Anda sendiri menyatakan arti bagian konduktif terkena dan asing dan memberikan contoh masing-masing .

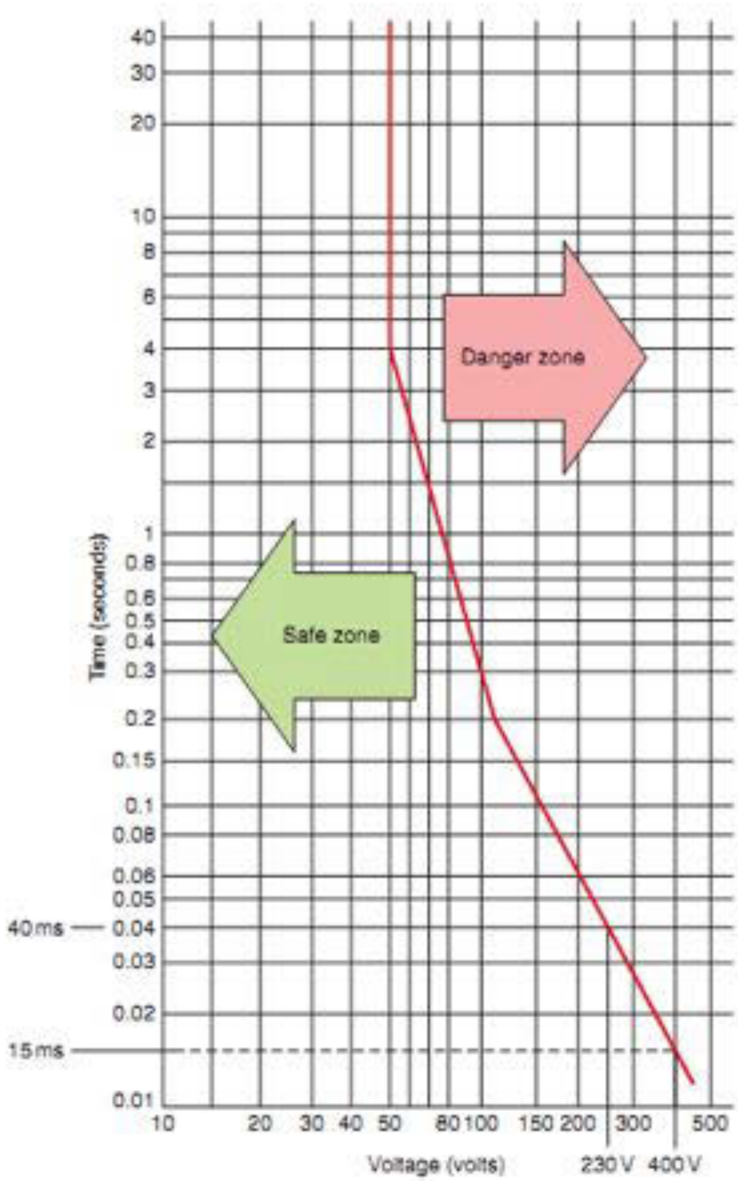
22 . Dalam kata-kata Anda sendiri menyatakan arti pembumian dan ikatan . Apa jenis kabel dan peralatan akan penggunaan listrik untuk mencapai pembumian dan



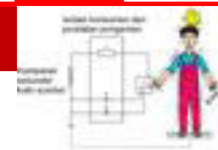
ikatan pada instalasi listrik .

23 . Dalam kata-kata Anda sendiri menyatakan apa yang dimaksud dengan perlindungan dasar dan bagaimana itu dicapai .

24 . Dalam kata-kata Anda sendiri menyatakan apa yang dimaksud dengan perlindungan kesalahan dan bagaimana dicapai .



Danger zone
Safe zone
Time (seconds)
40
30
20
10
8
6
4
3
2
1
0.8
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.15
0.1
0.08
0.06
0.05
40 ms
0.04
0.03
0.02
15 ms
0.01
10
20
30
40
50
80
100
150
200
300
500
Voltage (volts)
230 V
400 V



Pelajaran 2

Prinsip teknologi

Kegiatan 7.

Alat dan perlengkapan kerja

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) memakai alat tangan dan alat-alat listrik
2) menyatakan bahwa alat yang dioperasikan dengan tenaga listrik telah menjalani pemeriksaan
3) prosedur pemeliharaan dan penyimpanan alat dan peralatan listrik
4) mengidentifikasi pemeliharaan alat rumah tangga yang baik

Alat listrik dan perlengkapanya

Alat dan perlengkapan yang dipakai kerja harus berkualitas baik, kesiapan dan kualitas alat akan mempengaruhi hasil kerja, produktif atau tidak. Bagi tukang listrik alat-alat yang penting tajam, para tukang, teksnisi atau operator akan sangat terbantu meningkatkan kemampuan belajar bila menggunakan peralatan terbaik. Alat dasar yang dibutuhkan para pekerja listrik di industri elektroteknik diantaranya adalah alat untuk pengupasan dan penyambungan hantaran atau kabel. Seperti misalnya: obeng, tang potong, pisau dan berbagai macam obeng dengan kepala datar, kepala plus, tang kombinasi, dan tang potong seperti pada Gambar 7.1. menunjukkan alat-alat tangan dasar yang dibutuhkan untuk kupas dan membuat sambungan kabel listrik.



Gambar 7.1.: Peralatan dasar penyambungan kabel listrik

Sedangkan perlengkapan tambahan yang dibutuhkan oleh tukang listrik pasti tergantung pada jenis pekerjaan yang akan dilakukannya. Ketika memasang kabel untuk rumah baru atau untuk mengganti ulang kabel, alat-alat tambahan yang

dibutuhkan akan terkait dengan tukang batu atau tukang kayu dimana ada beberapa contoh yang ditunjukkan pada Gambar 7.2. Ketika kita bekerja pada instalasi di industri untuk memasang pipa, trunking dan kanal, alat-alat tambahan yang dibutuhkan oleh seorang teknisi listrik sedikit banyak kebidang mekanik sehingga kita akan menjadi orang-orang yang berhubungan dengan tukang pelat logam atau fabrikasi bahkan dengan tukang las. Beberapa contoh yang ditunjukkan pada Gambar 7.3. Alat-alat khusus yang dibutuhkan untuk pemasangan instalasi pada kanal untuk kabel fleksibel, saluran baja lentur dan kebutuhan teknik sambungan dengan sekerup dan mur. Alat-alat bantu kerja mekanik tersebut misalnya: gergaji besi, kikir, kunci pas, penyiku dan lainnya. Jika peralatan dasar dan perlengkapan bantunya telah disediakan, maka ada harapan bahwa dalam proses kerja para tukang, teknisi maupun lainnya akan lebih cepat dan berkualitas tinggi.



Gambar 7.2: Peralatan bantu kerja batu dan kayu

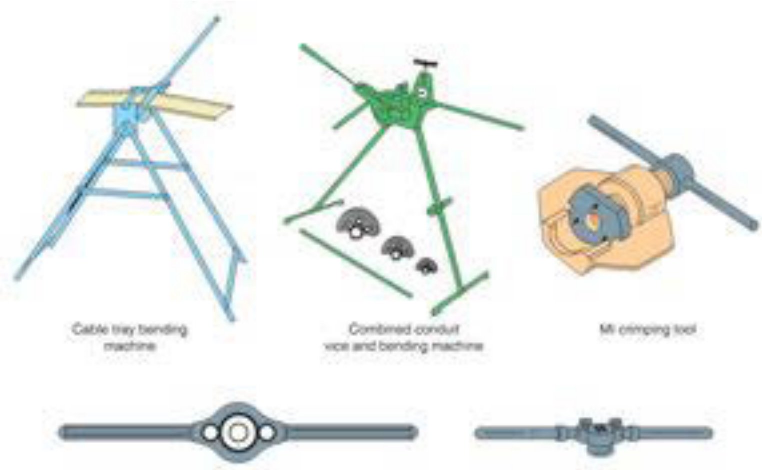


Gambar 7.3: Peralatan bantu kerja mekanik

Selain alat dan perlengkapan bantu tersebut masih diperlukan lagi peraltan kerja khusus, dimana peralatan ini jarang dipakai oleh pekerja listrik karena sudah masuk pada bidang kerja lain misalnya: plumbing dan mekanik . Dimanakah alat khusus tersebut dibutuhkan, misalnya, diperlukan pekerjaan untuk finishing pemasangan kabel isolasi mineral (MI) atau membengkok dan memotong alat, pipa dan kanal kabel seperti ditunjukkan pada Gambar 7.4, peralatan ini sudah sering disediakan oleh perusahaan tetapi sebagian besar alat-alat tangan telah disediakan oleh teknisi listrik sendiri. Secara umum, alat-alat yang berkualitas baik akan bertahan lebih lama dan tetap tajam dibandingkan dengan alat yang berkualitas rendah, tetapi imbalan harga sangat mahal untuk membeli atau pengadaannya. Sebuah set alat dapat dirakit atau disusun sendiri sewaktu ada pelatihan penggunaan alat, tetapi jika alat dasar tersebut baru pertama dibeli dalam bentuk tool-kit kita dapat menyesuaikan.

Nama lain untuk seorang teknisi instalasi listrik dalam sehari-hari biasanya akan disebut instalatir, seperti namanya, instalatir harus mobile dan siap untuk membawa peralatannya dari satu pekerjaan ke pekerjaan lain, dari tempat satu ke tempat lain tanpa merasa terbebani. Oleh karena itu, fasilitas tool-box yang baik

adalah investasi awal yang penting, sehingga alat akan dapat membantu permasalahn pekerjaan dilapangan. Termasuk untuk pekerjaan yang vareatif peralatan dan peralatan bantunya dapat dengan mudah diangkut. Untuk menjaga keterpakaian alat tinggi dan dapat berumur panjang, maka peralatan harus tetap dirawat dan dipelihara agar dalam kondisi baik dan siap pakai. Obeng minus (-) ujungnya harus tetap terawat datar dengan sudut-sudutnya tanpa ada radius dan pahat kayu harus selalu tajam. Akses batu gerinda akan membantu teknisi listrik dalam menjaga peralatannya agar kondisinya tetap siap pakai. Selain itu, pahat kayu selalu memerlukan penajaman, sedangkan pada oilstone akan membantu menghasilkan pengasahan dan sudut asahan sangat tajam.



Gambar 7.4: Peralatan bantu khusus kerja pipa logam

Peralatan tangan bertenaga listrik

Alat-alat tangan listrik portabel dapat mengurangi banyak energi manusia yang dipakai bila mengandalkan tenaga (otot) manusia. Sehingga peralatan bertenaga listrik akan sangat membantu meningkatkan produktivitas bagi siapa saja yang menggunakannya. Alat-alat listrik harus dipelihara agar tetap kondisi siap pakai. Dalam konstruksinya saat ini, banyak alat menggunakan operasi kerja tegangan rendah atau dengan baterei (tegangan ekstra rendah). Pertimbangannya adalah peralatan tersebut akan lebih optimal dan aman tetapi tidak menurunkan kualitas

serta produktivitasnya. Beberapa peralatan bertenaga listrik seperti pada Gambar 7.5, peralatan ini disediakan oleh perusahaan tetapi sebagian besar khususnya alat-alat tangan disediakan oleh tukang listrik sendiri.

Beberapa alat tangan listrik yang sering dipakai, misalnya adalah: Bor tangan listrik. Bor ini mungkin paling sering digunakan dari semua alat tangan listrik yang tersedia. Mesin bor dapat digunakan untuk mengebor logam atau kayu. Sikat kawat yang dibuat dan diselipkan masuk kedalam cekaman mata bor gunanya untuk membersihkan kotoran logam. Bor listrik mempunyai kecepatan vareatif, set-vibrasi (tanda kepala palu) dipakai untuk mengebor batu bata dan beton tetapi juga harus menggunakan mata bor khusus yaitu matabor beton. Tanda lainnya adalah tanda mata bor, dipakai untuk mengebor kayu atau logam.



Gambar 7.5: Peralatan bertenaga listrik

Bor listrik nirkabel juga tersedia dengan menggabungkan baterei recharger (strom ulang), Hal ini dipakai untuk mengantisipasi jika kenyamanan saat pengeboran

listrik terganggu ketika suplai listrik tidak tersedia atau jika kabel ekstensi tidak memungkinkan.

Ujung gerinda bersudut gunanya untuk pengerjaan memotong batu-bata, keramik atau beton. Cakram dapat diganti-ganti dengan cakram silikon karbida tujuannya cocok dipakai untuk memotong batu tulis, marmer, ubin, batu bata dan beton. Cakram khusus aluminium oksida dipakai untuk memotong besi dan baja seperti pipa besi dan trucking. Sedangkan jig-saw sebagai pisau pemotong kayu atau pemotongan logam. Jika dipasang pisau gergaji kayu maka akan dapat berguna untuk memotong seluruh papan lantai kayu termasuk pinggiran papan atau aplikasi lain di mana akan digunakan. Dengan dipasang pisau pemotong logam akan dapat digunakan untuk memotong kabel trunking. Ketika banyak pekerjaan yang harus dilakukan, misalnya: trunking, maka pengadaan mesin nibbler adalah investasi yang berharga. Potongan bentuk bulat akan mudah dilakukan dengan mesin nibbler tangan ini. Nibbler merupakan salah satu alat alternatif jika menggunakan mesin tangan jigsaw tidak efektif.



Gambar 7.6: Mesin Nibbler dan martel

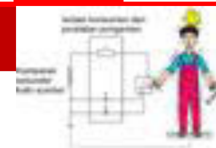
Semua peralatan harus digunakan secara aman dan bijaksana. Alat pemotong harus selalu diasah tajam dan obeng ujungnya dijaga tetap rata, persegi dapat diasah tajam pada grinda. Hal penting lain adalah pemeriksaan. Bahwa ujung steker dan kabel peralatan mesin tangan sampi pada rol kabel atau kabel perpanjangan harus

dalam kondisi baik. Steker dan kabel yang rusak atau setengah rusak harus diperbaiki sebelum digunakan. Semua alat-alat listrik dengan tegangan 230 V harus diperiksa dan diuji dengan alat tester portable sesuai dengan prosedur atau menguji setidaknya sekali setiap tahun. Menguji kualitas tahanan isolasi dan ketahanan fungsi pembumian. Inspeksi kondisi steker, sekering dan penghantarnya. Peralatan dan perlengkapan yang dibiarkan tergeletak di tempat kerja dapat menjadi rusak atau dicuri atau juga dapat menjadi penyebab orang tergelincir, tersandung atau jatuh. Rapikan alat dengan teratur dan tempatkan alat-alat listrik kembali ke dalam kotak. Secara pribadi siapapun mungkin tidak memiliki kontrol atas kondisi tempat kerja secara umum, tetapi menjaga area kerjanya sendiri agar tetap bersih dan rapi adalah sebagai tanda atau cirri orang terampil, rajin dan teliti.

Bekerja yang aman

Setiap tahun ribuan orang mengalami kecelakaan di tempat kerja, meskipun semua persyaratan yang ditetapkan oleh pemerintah atau lembaga resmi dan ditunjuk telah terpenuhinya. Orang selalu berusaha mengobati penyakitnya agar cepat sembuh, tetapi kenyataannya dimana-mana masih selalu terjadi juga kecelakaan. Bahkan yang lebih parah kecelakaan menyebabkan cacat permanen (invalid) atau bahkan kematian. Atau setidaknya dapat berakibat cedera pada diri sendiri. Siapapun tidak dapat mencegah kita melakukan hal yang sia-sia, membuang waktu luang dan menghabiskan banyak uang.

Pemborosan waktu kerja tersebut mengakibtkan hilangnya pendapatan karyawan dan majikanpun akan kehilangan produksi dan mungkin terjadi kerusakan peralatan. Tempat kerja sangat mungkin terlihat nyaman, tidak ada tanda atau gejala yang perlu dilihat akan tetapi hal itu bisa terjadi sebaliknya, ternyata berbahaya.



Tugas K3:

Tindakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja adalah wujud tanggung jawab:

a. Melaksanakan aturan keselamatan dilokasi pekerjaan

b. Demonstrasi praktek kerja yang aman

c. Bagaimana memilih dan menggunakan APD yang sesuai.

Jika ada sedikitnya lima orang atau lebih dipekerjakan oleh perusahaan, maka perusahaan harus membuat kebijakan keselamatan kerja sendiri seperti yang dijelaskan pada Bab 1. Penjelasan tentang organisasi dan pengaturan tatacara tindakan serta prosedur pelaksanaan K3 yang harus dilakukan oleh semua karyawan termasuk didalamnya tentang pemahaman informasi dan kebijakan K3 yang diberlakukan perusahaan. Perusahaan juga harus memiliki file dokumen penilaian resiko K3 di tempat kerja. Karyawan diharapkan juga bertanya tentang kebijakan pengamanan dan penilaian resiko tempat kerja. *Contoh*: bisa jadi setiap karyawan sudah diberi leaflate K3 saat awal bekerja diperusahaan. Kita akan membahas penilaian resiko lebih detail pada bab 8.

Tugas:

Power Tools

a. Amati alat-alat listrik disekitar tempat kerja

b. Apakah alat-alat itu memiliki label Uji

c. Apakah APD itu?

Karyawan memiliki tanggung jawab berdasarkan peraturan perundang-undangan:

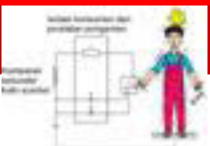
a. Berlatih bagaimana bekerja aman dan mengikuti prosedur kerja di perusahaan

b. Mematuhi semua peraturan keselamatan, pemberitahuan dan tanda-tanda ;

c. Tidak mengganggu atau menyalahgunakan alat keamanan yang tersedia ;

d. Melaporkan sesuatu yang tampaknya rusak, rusak atau berbahaya ;

e. Berperilaku bijaksana, tidak bermain lelucon atau bersendau-gurau dan tidak



mengganggu orang lain pada jam dan saat di tempat kerja;

f. Berjalan tenang dan tidak berlari di tempat kerja;

g. Menggunakan jalan setapak yang telah ditentukan atau disediakan;

h. Mengemudikan kendaraan bila telah dilatih atau lulus ujian sertifikasi bila diperlukan ;

i. Tidak memakai perhiasan yang bisa tersangkut pada bagian mesin yang bergerak, jika ia menggunakan mesin di tempat kerja;

j. Selalu memakai pakaian yang sesuai dan APD jika diperlukan.

Penyebab umum kecelakaan kerja

Slip, tersandung dan jatuh masih menjadi penyebab utama kecelakaan di tempat kerja. Untuk membantu mencegahnya melalui kegiatan:

a. menjaga area kerja tetap bersih dan rapi;

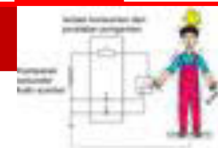
b. menjaga jalan setapak yang jelas;

c. tidak meninggalkan benda-benda perkakas dan peralatan tergeletak di sekitar jalan yang sering dilewati karyawan;

d. langsung membersihkan tumpahan atau tetesan cairan dilantai yang basah.

Penanganan manual, yaitu memindahkan objek dengan tangan tetapi dapat mengakibatkan kejang, keseleo dan nyeri terperangkap cedera. Untuk membantu mencegah mereka :

1) menggunakan alat bantu mekanis untuk memindahkan benda berat
2) angkat dan pindahkan adalah tindakan awal paling sederhana
3) memakai sarung tangan untuk menghindari goresan benda kasar atau terkena benda tajam



4) menggunakan teknik mengangkat barang yang aman. Ketika memakai mesin atau peralatan bantu.

Tindakan untuk membantu mencegah cedera atau celaka:

1) mengenakan kacamata
2) memakai APD yang sesuai
3) membuat yakin alat dan perlengkapan dalam kondisi baik dengan melakukan tes.

Penyimpanan alat atau barang yang jelek dapat menyebabkan orang lain tidak aman atau terjadi kecelakaan.

Untuk mencegah hal ini :

1) tumpukan peralatan bijaksana dan aman
2) tumpukan benda berat ada paling bawah
3) tumpukan benda dapat dicapai tanpa peregangan untuk menjangkau paling atas.

Kebersihan pribadi

Disekitar lingkungan kerja cenderung ada kotoran, atap panas, kontak dengan bahan kimia, bahkan, cairan pembersih juga dapat membuat kita merasa sakit dan akan menyebabkan keluhan pada kulit sehingga tidak menyenangkan.

Oleh karena itu, kita harus selalu:

a. Memakai alat pelindung diri APD yang sesuai;

b. Mencuci tangan setelah menggunakan toilet , setelah bekerja dan sebelum

Makan dengan menggunakan sabun dan air atau pembersih yang sesuai ;

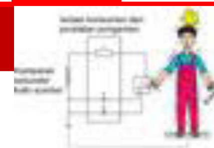
c. Mengeringkan tangan dengan handuk atau pengering yang disediakan, jangan

menggunakan kain atau baju yang kenakan ;

d. Menggunakan krim penghalang atau sarung tangan karet ketika disediakan untuk melindungi kulit ;

e. Cari saran medis tentang keluhan kulit seperti alergi, lecet atau borok serta beritahu pimpinan tentang masalah yang sedang dialami.

f. Tempat kerja harus tetap dijaga selalu aman untuk bekerja, atau dengan kata lain: Dimana area rawan bahaya harus diidentifikasi secara jelas, gunakan APD sesuai yang disediakan.



Cek pemahaman knowledge

Ketika telah menjawab pertanyaan, bandingkan dengan jawaban dibagian belakang buku ini.

Catatan :

Lebih dari satu jawaban pilihan ganda kemungkinan benar.

---

1 . Perkakas tangan yang digunakan untuk menyambung konduktor pada panel:

a . Pisau pemotong atau cutter

b . obeng

c . pahat kayu dan gergaji

d . lidah gergaji

2 . Perkakas tangan yang akan digunakan untuk mengupas isolasi kabel:

a . Pisau pemotong atau cutter

b . obeng

c . pahat kayu dan gergaji .

d . lidah gergaji.

3 . Perkakas tangan yang akan digunakan untuk memotong melintang papan kayu sebelum diangkat:

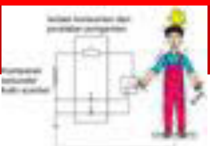
a . Pisau pemotong atau cutter

b . obeng

c . pahat kayu dan gergaji

d . lidah gergaji.

4 . Perkakas tangan yang akan digunakan untuk memotong dan membersihkan



tonjolan palang kayu:

a . Pisau pemotong atau cutter

b . obeng

c . pahat kayu dan gergaji

d . lidah gergaji.

5 . Pengetesan alat dilakukan pada:

a . alat-alat tangan

b . peralatan rumah tangga

c . peralatan bertenaga listrik

d . peralatan listrik 220 V .

6 . Ketika pengujian bor listrik 220 V kita menguji:

a . efisiensi bor

b . kelangsungan pembumian bor

c . setting tanda hammer bor

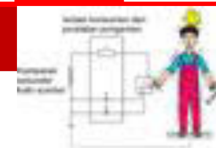
d . tahanan isolasi bor.

7. Mengapa kita memerlukan perlengkapan bantu.

8. Jelaskan langkah yang baik dalam penyimpanan alat-alat tangan dan listrik.

9. Bagaimana inspeksi dan pemeriksaan alat tangan yang bertenaga listrik.

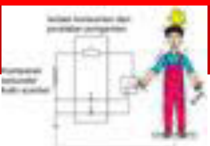
10. Nyatakan apa yang akan dilakukan ketika alat-alat listrik selesai digunakan di



lokasi proyek, pastikan dengan tindakan apa agar:

- tetap dalam kondisi baik
- tersedia setiap saat ingin menggunakannya.

11. Jelaskan secara singkat bahwa kita mampu menjaga peralatan rumah tangga
12. Nyatakan beberapa tindakan yang dapat diambil untuk membuat lingkungan kerja lebih aman dan baik.
13. Tergelincir, tersandung dan jatuh adalah penyebab paling umum kecelakaan di tempat kerja. Apa yang dapat dilakukan di tempat kerja untuk mengurangi kemungkinan kecelakaan yang disebabkan oleh terpeleset, tersandung dan jatuh tersebut?



Pelajaran 3

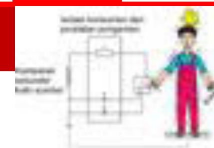
Aplikasi K3 dan prinsip listrik

Kegiatan 8.

Sistem kerja aman

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) Nyatakan resiko K3, tindakan pencegahan dan prosedur di tempat kerja.
2) Mendefinisikan bahaya dan resiko.
3) Daftar lima tahap penilaian resiko.
4) Daftar kategori umum dari resiko.
5) Daftar tindakan yang diambil untuk mengendalikan resiko.
6) Menyatakan aturan penanganan manual.
7) Menyatakan persyaratan keselamatan bekerja di ketinggian.
8) Daftar prosedur mengisolasi listrik yang aman.
9) Mengapa ada keharusan saat meninggalkan tempat kerja tetap bersih dan rapi.
10) Menyatakan prosedur membuang bahan limbah.

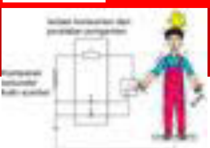


Resiko K3, pencegahan dan prosedur

Sebelumnya kita telah melihat ada beberapa aturan K3. Secara khusus, kita sekarang tahu bahwa perundang-undangan K3 adalah bagian paling penting dari undang-undang baru, karena posisi, tanggungjawab dan keselamatan di tempat kerja ada pada dua belah fihak yaitu perusahaan dan karyawannya. Kita mengetahui peraturan tentang pengendalian zat yang memungkinkan berbahaya bagi kesehatan di tempat kerja, oleh karenanya kita akan melihat peraturan COSHH 2002 di Bab 1.

Kita juga tahu bahwa ada resiko bagi kesehatan dan keselamatan saat kita bekerja, untuk menjaganya resiko perusahaan harus menyediakan peralatan pelindung pribadi (APD) gratis untuk digunakan, sehingga semua akan aman di tempat kerja. Peraturan ini hanya berlaku di tempat kerja, kita semua dihimbau untuk menerapkan prinsip-prinsip kesehatan dan keselamatan di tempat kerja dan selalu memakai APD yang sesuai, jadi adakah resikonya?

Nah, menjadi subjek cedera ditempat kerja pasti tidak akan menyenangkan siapapun, namun jika kita mengingat-ingat tentang angka kecelakan saat bekerja per tahunnya mencapai sekitar 300 orang (di Great Inggris) sampai kehilangan nyawa mereka di tempat kerja. Selain itu, ada sekitar 158.000 orang yang luka ringan (tidak fatal) dilaporkan kepada eksekutif keselamatan dan kesehatan (Health, Safely and Executif) setiap tahun dan diperkirakan 2,2 juta orang menderita sakit disebabkan oleh atau kondisi buruk oleh lingkungan kerja. Ini adalah suatu kesalahan kepercayaan, bahwa hal ini hanya terjadi dizona pekerjaan berbahaya seperti saat penyelaman dilaut, pertambangan dan penggalian, industri perikanan, lorong bawah tanah dan pemadam kebakaran atau bahwa itu semua hanya terjadi dalam keadaan luar biasa, seperti tidak akan pernah terjadi di tempat kerja kita. Peristiwa ini tidak boleh terjadi pada tempat kerja kita. Dasar pemikiran dan tindakan kita adalah bahwa kita telah melakukan pelatihan, pengontrolan dan evaluasi pelaksanaan K3 setiap saat dan pada



setiap unit kerja. Hal demikian dilakukan untuk menghindari peningkatan terjadi kecelakaan sehingga data statistik semakin besar.

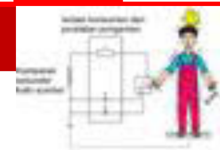
Kategori umum sebuah resiko dan penyebab kecelakaan kerja adalah bisa dikarenakan oleh :

a. Slip , tersandung dan jatuh
b. Penanganan secara manual , yaitu benda digerakan menggunakan tangan, alat atau mesin.
c. Penyimpanan barang dan bahan tidak aman
d. Api
e. Listrik
f. Mekanis.

Tindakan yang diambil untuk mengendalikan risiko tersebut diatas, yaitu:

a. Menghilangkan penyebabnya
b. Mengganti prosedur atau produk dengan risiko lebih kecil
c. Memperingatkan situasi berbahaya
d. Menempatkan penjaga disekitar bahaya
e. Menggunakan sistem yang aman dari pekerjaan
f. Mengawasi , melatih dan memberikan informasi kepada seluruh staf
g. Jika bahaya tidak dapat dihapus atau diminimalkan, berikan APD.

Mari sekarang kita lihat bagaimana penerapan beberapa prosedur K3 ditempat kerja apakah sekarang tempat kerja menjadi lebih aman saat bekerja?, Sebelumnya pertama-tama kita akan menjelaskan apa yang dimaksud dengan bahaya dan resiko.



Bahaya dan resiko

Bahaya adalah suatu potensi penyebab kerusakan, misalnya, bahan kimia, listrik atau bekerja dibawah tanah.

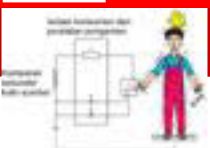
Resiko adalah kemungkinan bahaya yang sebenarnya saat sedang dan setelah melakukan pekerjaan.

Orang yang kompeten sering dipakai sebagai acuan pelaksana peraturan (K3), tapi siapakah orang yang kompeten?

Jawabnya, orang yang kompeten adalah siapa saja yang memiliki pengalaman pelatihan, keterampilan teknis yang butuhkan dan ahli untuk melakukan aktivitas tertentu secara aman dan tuntas. Oleh karena itu, kompeten adalah orang yang berurusan dengan situasi berbahaya dan mampu menghindari resiko. Pikirkanlah tentang satu tempat kerja dan apa kegiatan yang dilakukan. Analisalah apa yang mungkin dapat memicu kecelakaan. Begitu pula beri beberapa kegiatan yang sederhana tetapi memungkinkan timbulnya mara bahaya.

Berikut adalah beberapa kegiatan yang perlu diperhatikan, dimana kecelakaan bisa terjadi tanpa terkendali.

Jenis aktivitas	Potensi kecelakaan
Penerimaan barang	Mengangkat dan membawa
Penumpukan dan penyimpanan	Bahan jatuh
Pergerakan orang	Tergelincir, tersandung dan jatuh
Pemeliharaan bangunan	Bekerja diketinggian, ruang sempit
Bekerja diketinggian atau di ruang terbatas	Jatuh atau tabrakan



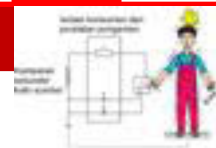
Seberapa tinggi resiko, pikirkan tentang kemungkinan terburuk, apakah jarinya bisa patah atau seseorang akan menderita kerusakan paru-paru permanen atau barangkali orang tersebut akan meninggal, selanjutnya:

- Berapa besar kemungkinan hal tersebut akan terjadi?
- Seberapa sering jenis pekerjaan yang dilakukan membahayakan dan seberapa dekat orang tersebut terkena bahaya?
- Bagaimana mungkinhal tersebut akan membahayakan?
- Berapa banyak kemungkinan orang yang akan terluka jika terjadi kecelakaan diarea itu?

Penilaian resiko bahaya: Prosedur

Manajemen K3 akan memberitahu kita bahwa perusahaan dalam pelaksanaan menyelenggarakan K3 harus secara sistematis, rutin memeriksa tempat kerja saat proses kegiatan dan manajemen keselamatan, kemudian dalam pembuatan kebijakan harus melalui proses penilaian resiko. Catatan, semua penilaian resiko bila ditemukan signifikan harus disimpan ditempat yang aman dan dibuat sebagai dokumen penanggung jawab K3 perusahaan. Jika diperlukan, semua informasi berdasarkan temuan penilaian resiko harus dikomunikasikan kepada staf yang relevan dan jika diperlukan perubahan pola perilaku kerja diseluruh zona yang beresiko maka dapat direkomendasikan sebagai perhataian keselamatan, maka mereka temua tersebut harus diinformasikan pada semua karyawan ditempat kerja. Jadi penilaian resiko harus menjadi bagian dari karyawan sebagai usulan kebijakan K3 yang kuat. Namun, perusahaan juga harus melakukan penilaian resiko bahaya secara formal dan sungguh-sungguh.

Definisi
Bahaya adalah suatu potensi penyebab kerusakan, misalnya: bahan kimia, listrik atau bekerja dibawah tanah.

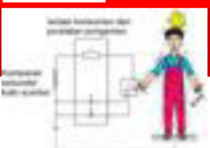


Risiko adalah kemungkinan bahaya sebenarnya saat sedang dan setelah melakukan kegiatan.
Definisi Seseorang yang kompeten adalah orang yang memiliki keterampilan teknis, dibutuhkan berpengalaman pelatihan dan ahli untuk bekerja dengan aman sesuai ketentuan yang berlaku dan diberlakukan.
Definisi Pengusaha yang mempunyai lebih dari 5 orang karyawan harus membuat analisis resiko dan mendokumentasikan ditempat kerja dan proses ini dikenal sebagai penilaian resiko bahaya.

Diharapkan pelaksanaan penilaiannya pada hal yang tidak sepele dan beresiko kecil. Staf diharapkan untuk berpartisipasi aktif dalam membaca dan bertindak atas penilaian resiko ini secara resmi, dan mereka tidak mungkin dapat ikut melakukannya dengan antusias jika file atau topic uji tersebut terlalu remeh (hal yang tidak signifikan). Sebuah penilaian resiko tidak lebih dari pemeriksaan yang cermat tentang pekerjaan apa yang dapat menyebabkan kerugian bagi orang. Ini adalah catatan yang dapat menunjukkan apakah tindakan pencegahan tersebut memadahi atau mewakili sebagai tindakan pencegahan sehingga dapat terhindar dari kemungkinan kerusakan, gangguan atau kecelakaan. K3 telah merekomendasikan lima langkah untuk penilaian resiko, yaitu:

Langkah 1

Periksa hal penting yang dapat dimungkinkan sebagai penyebab kecelakaan. Abaikan hal sepele dan berkonsentrasi pada bahaya yang signifikan yang dapat mengakibatkan serius kerusakan atau cedera. Lembar data produk atau instruksi



juga dapat membantu kemungkinan bahaya dan perspektif resiko mereka yang sebenarnya.

Langkah 2

Putuskan siapa yang mungkin dirugikan dan bagaimana tingkat resikonya. Pikirkan tentang orang-orang yang mungkin tidak berada di tempat kerja sepanjang waktu. Kebersihan, pengunjung, kontraktor atau personil petugas pemeliharaan. Sertakan anggota masyarakat atau orang-orang yang berbagi tempat untuk kerja atau usaha. Apakah ada kemungkinan bahwa mereka bisa terluka oleh kegiatan yang ditempatkan di area perusahaan atau lokasi kerja.

Langkah 3

Evaluasi apa resiko yang ditimbulkan dari bahaya yang telah diidentifikasi. Apakah diperlukan pengontrolan atau harus lebih banyak dilakukan pencegahan. Bahkan setelah tindakan pencegahan dilakukan ditempat, sebeberapa resiko masih tetap terjadi. Keputusannya bagaimana untuk menghadapi bahaya yang signifikan, apakah resiko yang terjadi tetap rendah, sedang atau tinggi. Kesimpulannya, jika semua karyawan telah melakukan tindakan sesuai dengan prosedur yang ditetapkan oleh peraturan perusahaan yang berlaku, misalnya: *Ada persyaratan khusus untuk dapat akses ke satu mesin tertentu karena berbahaya.* Tujuan sebenarnya adalah untuk membuat resiko sekecil mungkin dengan menambahkan tindakan pencegahan jika diperlukan. Jika karyawan menemukan bahwa sesuatu (tindakan peringatan) perlu dilakukan, maka tanyakan pada diri sendiri:

“ Dapatkah semua resiko akan hilang dengan saya singkirkan bahaya ini ?”

Jika tidak, bagaimana saya bisa mengontrol resiko yang akan terjadi sehingga kerugian tidak mungkin terjadi? Apakah cukup hanya menggunakan APD ketika tidak ada yang lain yang dapat dilakukan. Jika pekerjaan yang dilakukan sangat bervareasi atau jika ada kemungkinan dapat pindah tempat satu ke lokasi lainnya,

bahaya dapat diperkirakan dan dianalisis oleh orang-orang yang kemungkinan besar mereka tidak sanggup atau kurang hati-hati menghadapi sekaligus menghindari resiko bahaya yang akan terjadi. Setelah itu, apakah ada kemungkinan bahwa mereka tetap bisa terluka oleh adanya kegiatan yang dilakukan di lokasi kerja tersebut?

Langkah 4

Rekam temuan dilokasi kerja, apasaja yang terjadi hubungannya dengan resiko kerja yang diluar kontrol. Jika disana kurang dari 5 orang karyawan, maka tidak diperlukan catatan khusus. Tetapi jika lebih dari 5 orang karyawan adalah menjadi temuan signifikan dari penilaian resiko, maka harus dicatat. Ini berarti ditulis sebagai bahaya yang signifikan, harus dikontrol dan direkam sehingga yang paling penting menjadi catatan kesimpulan.

Sebagian besar pengusaha memiliki bentuk penilaian resiko standar yang dipakai, bentuk format apapun cocok. Yang paling penting adalah dilakukannya pembuatan rekaman.

Tidak perlu menunjukkan bagaimana penilaian dilakukan, asalkan dapat menunjukkan bahwa tindakan berikut dilakukan:

1 . pemeriksaan dibuat tepat

2 . meminta pada semua karyawan kemungkinan yang akan terkena dampak

3 . karyawan mengetahui semua resiko secara jelas bahaya dan signifikan

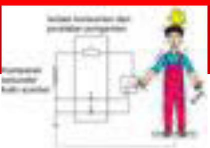
4 . tindakan pencegahan yang wajar dan beresiko rendah

5 . memberitahu karyawan tentang temuan signifikan.

Penilaian resiko harus cocok dan memadahi tetapi tidak harus sempurna.

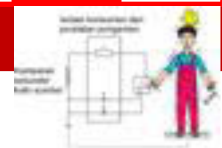
Kedua poin utama tersebut adalah :

1 . Apakah tindakan pencegahannya wajar ?



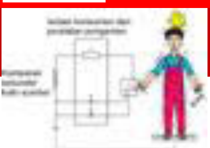
2 . Apakah ada catatan yang menunjukkan bahwa pemeriksaan dilakukan dengan tepat dan benar?

Mengusulkan supaya penilaian dapat ditulis pada sebuah file khusus yang dapat digunakan sebagai referensi dimasa mendatang. Ini dapat membantu sebagai dokumen penting, jika dipertanyakan oleh penanggung jawab K3 dari internal perusahaan atau jika perusahaan ikut terlibat dalam tindakan hukum. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan telah melakukan apa yang dituntut oleh hukum.



Hazard Risk (Assessment)	
Nama Perusahaan	....
Alamat	....
Tanggal	....
Assessor	....
Tanda tangan	
Review assessment tanggal:	
Langkah 1	
• Isilah daftar yang membahayakan disini	
Langkah 2	
• Tentukan siapa yang akan dirugikan	
Langkah 3	
• Evaluasi, apakah pengontrolannya memadahi? • Tingkat bahaya? 1) Rendah 2) Menegah 3) tinggi	
Langkah 4	
Aksi selanjutnya, kontrol apalagi yang diperlukan dari identifikasi data tersebut?	

Gambar 8.1.: Format analisis resiko kecelakaan



Langkah 5

Review penilaian dari waktu ke waktu dan merevisi adalah direkomendasikan.

Melengkapi penilaian resiko (mengisi format yang disediakan), jangan memper-rumit penilaian. Dalam kebanyakan layanan perusahaan komersial dan sektor industri kecil jumlahnya resiko bahaya relative sedikit dan lebih sederhana. Pengecekan ini sederhana tetapi tetapi diperlukan.

Detail langkah 1.

Daftar bahaya yang dapat berakibat kerugian signifikan di tempat kerja. Gunakan contoh berikut sebagai panduan:

1) Resiko tergelincir atau tersandung (misalnya: lantai kurang terpelihara dan hanya sebagian lantai yang terpasang tangga)
2) Kebakaran (misalnya: menggunakan bahan yang mudah terbakar, seperti pelarut)
3) Bahan kimia (misalnya: dari asam baterei)
4) Bagian yang bergerak dari mesin (misalnya: pisau gergaji)
5) Bagian yang berputar alat-alat tangan (misalnya: gerinda)
6) Pembuangan berkala dengan mengoperasikan alat cartridge
7) Tekanan udara yang tinggi dari maskapai penerbangan (misalnya: alat bertenaga udara)
8) Sistem tekanan (misalnya: uap boiler)
9) Kendaraan (misalnya: Truk fork lift)
10) Listrik (misalnya: alat dan peralatan yang rusak)
11) Debu (misalnya: dari operasi penggilingan atau isolasi thermal)
12) Asap (misalnya: dari pengelasan, dari kendaraan)
13) Penanganan manual (misalnya: mengangkat, membawa atau menahan beban)
14) Tingkat kebisingan terlalu tinggi (misalnya: mesin, penggerindaan, pelubangan, penggergajian)

15) Tingkat pencahayaan yang buruk (misalnya: bekerja di ruang darurat atau tertutup, gelap)
16) Suhu rendah (misalnya: bekerja di luar ruangan atau di pabrik pendingin)
17) Temperatur yang tinggi (misalnya: bekerja di ruang boiler atau tungku).

Detail langkah 2.

Putuskan siapa-siapa yang mungkin akan dirugikan, buatlah daftar tetapi bukan dengan identitas nama individu. Berpikir hanya tentang kelompok orang yang melakukan pekerjaan yang sama atau yang mungkin akan terpengaruh oleh pekerjaan tersebut, misalnya:

1) Staf kantor
2) Listrik
3) Personil pemeliharaan
4) Kontraktor lain
5) Operator peralatan
6) Kebersihan
7) Anggota masyarakat .

Berilah perhatian ekstra khusus kepada mereka yang mungkin lebih rentan,

Seperti misalnya:

1) Staf penyandang cacat
2) Pengunjung
3) Staf muda atau belum banyak berpengalaman
4) Orang yang bekerja dalam isolasi atau ruang tertutup.

Detail langkah 3.

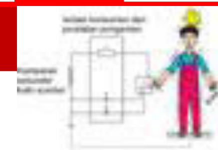
Hitunglah resiko, apakah kemungkinan kecelakaan cukup dikendalikan saja. Apakah sudah diambil tindakan pencegahan untuk melindungi kemungkinan bahaya yang terjadi sesuai daftar pada detail langkah1. Sebagai contoh adalah:

- Saudara telah memberikan informasi yang memadahi kepada semua staf karyawan?
- Saudara memberikan pelatihan atau instruksi?
- Apakah tindakan pencegahan sudah diambil?
- Memenuhi standar peraturan yang diperlukan?
- Sesuai dengan praktek industri yang diakui?
- Merupakan pengalaman praktik yang baik?
- Pengurangan resiko sejauh ini cukup praktis?

Prosedur keselamatan

- Penilaian resiko bahaya adalah sebuah bagian penting dari setiap kesehatan dan sistem manajemen keselamatan.
- Tujuan dari proses perencanaan adalah untuk meminimalkan resiko.
- Publikasi K3.

Jika jawabannya "ya" pada semua poin diatas maka pengontrolan resiko memadahi, tetapi perlu pernyataan bahwa tindakan pencegahan telah serius dilaksanakan dilokasi. Saudara dapat merujuk pada prosedur perusahaan, peraturan perusahaan dan praktek perusahaan dalam memberikan informasi ini. Sebagai contoh, jika kita mempertimbangkan kemungkinan ada resiko sengatan listrik saat menggunakan alat-alat listrik, maka resiko sock akan kurang jika kebijakan perusahaan adalah menguji dahulu semua alat portabel, mengetes semua alat-alat listrik setiap tahun dan selalu menyesuaikan label (bukti stiker pengetesan) kesemua ini untuk menunjukkan bahwa alat telah diuji masalah keselamatan listrik. Jika prosedur perusahaan menggunakan kemungkinan lain yaitu dengan baterei, atau



jika memungkinkan menghindari menggunakan catu tegangan 220 V, tindakan ini akan mengurangi resiko. Jika kebijakan tersebut tertulis pada pernyataan kebijakan keamanan perusahaan, maka karyawan hanya dapat merujuk pada pasal yang tepat dengan tingkat risiko rendah.

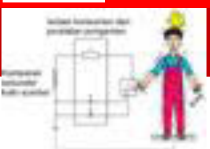
Detail langkah 4.

Tindakan lanjut apalagi yang bisa dilakukan untuk mengurangi resiko tersebut. Karyawan perlu menentukan prioritas resiko yang mempengaruhi sejumlah besar karyawan lain atau karyawan lain akan kena bahaya serius. Manajer senior harus memberlakukan prinsip-prinsip di bawah ini ketika mengambil tindakan, jika memungkinkan dalam urutan sebagai berikut:

1 . Hapus resiko sepenuhnya
2 . Pilih alternatif berisiko paling rendah
3 . Mencegah tindakan yang membahayakan (berjaga-jaga)
4 . Mengorganisir pekerjaan lain untuk mengurangi terjadinya kecelakaan
5 . Isu APD dikembangkan kesemua staf
6 . Menyediakan fasilitas kesejahteraan (misalnya fasilitas pencucian untuk menghilangkan kontaminasi dan pertolongan pertama).

Setiap bahaya yang diidentifikasi berisiko tinggi harus diinformasikan agar menjadi perhatian orang terutama oleh penanggung jawab K3 perusahaan. Idealnya, dalam detail langkah 4 dari penilaian resiko staf harus menulis:

"Tidak perlu tindakan lanjut. Resiko dibawah kontrol dan diidentifikasi rendah resiko?".



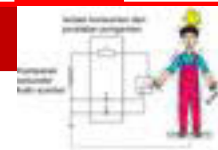
Para penilai dapat menggunakan berbagai bentuk format isian standar penilaian resiko bahaya. Setelah selesai mereka harus dibendel bersama-sama atau ditempatkan pada sampul plastik dan disimpan dalam file khusus. Karyawan mungkin ingin melakukan penilaian resiko sendiri karena situasi sudah familier di tempat kerja dengan mengisi format standar perusahaan. Atau seseorang mungkin ingin melengkapi Visual Display Unit (VDU) yaitu cek list penilaian resiko dilokasi kerja yang diberikan pada unit kerja berikutnya. Semua dokumen menggunakan komputer, dan mungkin akan ditemukan hal menarik dalam tahap melakukan penilaian resiko pada workstation komputer yang sering digunakan baik di rumah, kantor dan sekolah ternyata ditemukan hanya untuk permainan yang menyenangkan diri untuk menemukan ide bagaimana melaksanakan penilaian resiko di workstation komputer.

Bahaya operasi VDU

Siapa saja mereka yang bekerja di loket pembayaran atau kasir supermarket, perakitan peralatan atau komponen, bekerja untuk waktu lama dengan VDU dan keyboard bisa beresiko karena sifat pekerjaan berulang-ulang. Bahaya yang terkait dengan kegiatan seperti ini adalah suatu kondisi medis yang disebut gangguan atas ekstrimitas.

Peralatan layar displai

Untuk mendorong para pengusaha agar mau melindungi kesehatan para pekerja mereka dan mengurangi resiko yang terkait dengan pekerjaan dengan VDU karena menyangkut peraturan K3. Bahwa untuk mendorong pengusaha para menggunakan standar acuan dari fice VDU dengan jaminan dapat menunjukkan langkah-langkah yang diambil dalam mematuhi peraturan.



Jadi, karyawan yang menggunakan peralatan VDU sebagai pengguna akan diatur, jika mereka:

1) Menggunakan VDU lebih atau tidak terus-menerus sepanjang hari.
2) Menggunakan VDU lebih atau tidak terus-menerus selama periode satu jam atau 1 hari.
3) Perlu untuk mentransfer informasi dengan cepat ke atau dari layar.
4) Perlu menatap dan memperhatikan serius atau konsentrasi pada tampilan dilayar.
5) Sangat tergantung pada spesifikasi VDU atau hanya memiliki sedikit pilihan tentang penggunaannya.

Semua pengguna VDU harus dilatih untuk menggunakan peralatan dengan aman dan melindungi diri dari gangguan ekstremitas, kelelahan mata, sakit kepala, kelelahan dan stres .

Untuk memenuhi peraturan perusahaan harus:

1) Melatih penggunaan peralatan VDU dan merekalah yang akan melaksanakan penilaian resiko.
2) Melaksanakan penilaian resiko workstation
3) Rencana perubahan kegiatan atau memutus pelanggan
4) Mengetes mata dan menguji penglihatan bagi pelanggan
5) Pastikan bahwa workstation yang baru tidak komplain dengan peraturan yang dibuat untuk masa depan.
6) Memberikan informasi penggunaan VDU tersebut diatas .

Pelatihan pelanggan

Pelatihan pelanggan yang baik biasanya mencakup topik-topik berikut:

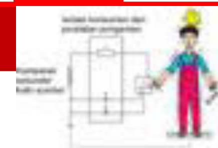
a) Bahaya operasi dan resiko seperti telah dijelaskan diatas

b) Pentingnya posturtubuh yang baik dengan mengubah posisi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.2.
c) Bagaimana menyesuaikan bentuk furniture dalam menghindari resiko
d) Bagaimana mengatur workstation untuk menghindari canggung atau gerakan peregangan berulang-ulang.
e) Bagaimana menghindari refleksi dan silau pada layar monitor
f) Bagaimana mengatur rutinitas kerja sehingga terjadi perubahan kegiatan atau melakukan istirahat.
g) Bagaimana menyesuaikan diri dan membersihkan layar monitor
h) Bagaimana pengguna memungkinkan berkontribusi terhadap penilaian resiko workstation.
i) Siapa yang harus dihubungi jika masalah timbul dikemudian hari.

Ketika melakukan pelatihan pelanggan, pelatih mungkin ingin pertimbangan untuk menggunakan video, program pelatihan berbasis komputer, diskusi atau seminar atau petugas menyebarkan leaflet K3.

Penilaian resiko workstation

Sebuah cara sederhana untuk melakukan penilaian resiko workstation adalah dengan menggunakan cek list seperti yang akan ditunjukkan dalam bagian ini. Pengguna dapat bekerja melalui cek list. Mereka tahu apa masalah di tempat workstationnya dan apakah mereka merasa nyaman atau tidak. Seorang asesor harus mengecek cek list sampai selesai dan menyelesaikan masalah-masalah dimana pelanggan tidak bisa memecahkan. Sebagai contoh, pengguna mungkin tidak tahu bagaimana mekanisme penyesuaian operasi dimeja atau ruang untuk bekerja? Pengguna yang lebih kecil dapat mengambil manfaat dari pijakan kaki seperti ditunjukkan pada Gambar 8.2, atau alat pemegang dokumen mungkin lebih nyaman bagi karyawan pengolah kata seperti ditunjukkan pada Gambar . 8.3 .



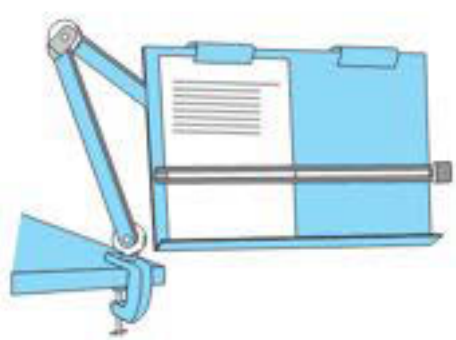


Gambar 8.2.: Penggunaan VDU yang sesuai

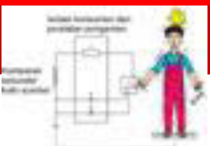
Breaks (istirahat panjang)

Beristirahat bekerja depan monitor untuk membantu mencegah kelelahan dan masalah ekstremitas mata. Bila memungkinkan dorong pengguna VDU untuk membantu tugas lain seperti mengambil panggilan telepon, pengarsipan dan fotokopi. Jika tidak, rencanakan mengambil istirahat kerja dengan layar VDU, jika hal ini memungkinkan.

Istirahat panjang yang diperlukan tidak ditetapkan oleh peraturan perundangan, waktu akan bervareasi tergantung pada pekerjaan yang dilakukan. Istirahat harus dilakukan sebelum kita menjadi lelah dan sering istirahat pendek akan lebih baik dan bermanfaat daripada jarang istirahat dan akhirnya sakit.



Gambar 8.3.: Pegangan dokumen pada meja kerja



Mata dan Pengetesan penglihatan

Bagi pekerja dengan perangkat VDU dan mereka yang menjadi pengguna peralatan VDU dapat meminta tes mata dan penglihatan secara gratis kepada perusahaan Asuransi. Jika tes menunjukkan bahwa mereka membutuhkan kacamata khusus untuk tetap melaksanakan pekerjaan dengan VDU, maka perusahaan harus membayar untuk sepasang dasar frame dan lensa. Karyawan juga berhak untuk pemeriksaan lebih lanjut secara berkala tetapi jika ternyata hasil pengetesannya cukup dengan kacamata normal yang cocok untuk pekerjaan VDU, maka perusahaan tidak wajib membayar biaya kacamata ini.

Workstation

Pastikan bahwa workstation baru akan sesuai dengan peraturan bila:

a) Terjadi perubahan besar pada peralatan monitor workstation, mebeler dan pemakaian perangkat lunaknya
b) Karyawan baru mulai bekerja
c) Workstation di re-lokasi
d) Perubahan kerja secara alami.

Karyawan, supervisor dan asesor harus fokus pada aspek yang memiliki nilai perubahan.

Sebagai contoh:

a) Pengguna yang berbeda memiliki kebutuhan lain, mengganti pengguna dengan postur tinggi dengan pengguna tidak tinggi bisa jadi diperlukan lagi sandaran kaki.
b) Pengguna yang bekerja dengan sejumlah sumber dokumen akan membutuhkan banyak space meja dibandingkan dengan pengolah data.

c) Jika lokasi workstation telah berubah, apakah pencahayaannya juga sudah cukup, adakah sinar penerangan atau sinar matahari terpantul pada unit monitor?.

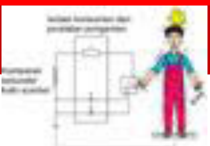
Sebuah penilaian resiko harus selalu dilakukan juga pada workstation baru atau ketika sebuah operator baru mengambil alih workstation. Ada beberapa macam pertanyaan pasti tidak dapat dijawab sampai seorang pengguna tersebut telah memiliki kesempatan untuk mencoba workstation, baru ia dapat menjawab. Misalnya, apakah pengguna menemukan tata letak yang nyaman saat sedang mengoperasikan, apakah ada refleksi dilayar sepanjang hari dan ada bayangan pada waktu lain (perubahan cuaca atau musim) akibat pergeseran matahari disekitar gedung.

Agar operatornya nyaman harus menyesuaikan kursi dan peralatan sehingga:

a) Lengan horizontal dan mata kira-kira pada ketinggian puncak casing VDU.
b) Tangan dapat beristirahat pada permukaan meja kerja didepan keyboard dengan jari direntangkan diatas tombol.
c) Kaki bertumpu datar pada lantai, terlalu banyak tekanan pada punggung kaki dan lutut berarti diperlukan pijakan kaki.
d) Punggung ditahan oleh kursi. Bagian belakang harus diusahakan lurus dengan bahu rileks.
e) Saat lengan pada kursi jangan sampai ada penghalang dibawah meja sehingga dapat menghalangi operasi keyboard dengan nyaman.

Informasi

Perusahaan yang baik yaitu yang menyediakan peralatan yang sesuai dengan aturan keamanan bagi pekerjanya, namun demikian karyawan harus melakukan perawatan untuk mengurangi resiko terhadap keselamatan dan kesehatan mereka di tempat kerja. Pengguna harus diberikan informasi mengenai:



a) Kesehatan dan keselamatan yang berhubungan khusus dengan workstation.
b) Penilaian resiko dilakukan termasuk langkah-langkah pencegahannya.
c) Direkomendasikan waktu istirahat dan rolling tugas untuk mengurangi resiko.
d) Prosedur perusahaan untuk mendapatkan tes mata dan penglihatan.

Informasi ini dapat dikomunikasikan kepada pekerja dengan cara:

a) Memberitahu staf, misalnya, sebagai bagian dari program induksi.

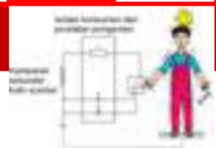
a) Mengedarkan buklet atau leaflet kepada staf yang relevan.
b) Meletakan informasi pada papan pengumuman.
c) Menggunakan sistem informasi berbasis komputer, asalkan staf telah dilatih sebelumnya.

Cek list penilaian resiko

Menggunakan cek list seperti yang ditunjukkan dibawah atau cek list yang lebih lengkap ditunjukkan dalam buku K3 khusus VDU. Sebuah panduan yang sederhana adalah salah satu cara untuk menilai resiko workstation. Bukan keharusan, tetapi banyak pengusaha menemukan metode yang nyaman.
Faktor resiko dikelompokkan dalam lima hal dan setiap pertanyaan pengguna harus memberikan tanda sederhana pada jawaban ya atau tidak. Jika memberi respon *ya*, berarti bahwa tidak ada tindakan lebih lanjut yang diperlukan, tapi jika responnya *tidak*, menunjukkan bahwa diperlukan tindak lanjut untuk mengurangi atau menghilangkan resiko bagi pengguna.

1. Apakah gambar tampilan pada layar jelas?

1.1 Apakah karakter dapat dibaca?	Y / Tidak
1.2 Apakah gambar bebas berkedip dan goyang?	Y / Tidak
1.3 Apakah kecerahan dan kontras disesuaikan?	Y / Tidak



1.4 Apakah layar berputar dan miring? Y / Tidak

1.5 Apakah layar bebas dari silau dan refleksi ? Y / Tidak

2. Apakah keyboard nyaman?

2.1 Apakah keyboard dapat dimiringkan? Y / Tidak

2.2 Dapatkah diatur posisi keyboard yang nyaman? Y / Tidak

2.3 Apakah ada cukup space untuk meletakan tangan? Y / Tidak

2.4 Apakah karakter pada tombol mudah dibaca? Y / Tidak

3. Apakah furniture sesuai dengan pekerjaan?

3.1 Apakah space kerja cukup lapang? Y / Tidak

3.2 Apakah permukaan bebas dari refleksi? Y / Tidak

3.3 Apakah kursinya stabil? Y / Tidak

3.4 Lakukan penyesuaian mekanisme kerja? Y / Tidak

3.5 Apakah saat kerja nyaman? Y / Tidak

4. Adakah lingkungan sekitarnya bebas resiko?

4.1 Apakah ada space untuk mengubah posisi dan gerakan badan? Y / Tidak

4.2 Apakah tingkat cahayanya panas dan ada kebisingan? Y / Tidak

4.3 Apakah suhu udara nyaman dan kelembaban cukup? Y / Tidak

5. Apakah pengguna perangkat lunak ramah?

5.1 Dapatkah nyaman saat menggunakan perangkat lunak? Y / Tidak

5.2 Apakah perangkat lunak sesuai dengan tugas kerja? Y / Tidak

5.3 Apakah pernah melakukan pelatihan yang cukup? Y / Tidak

Salinan semua penilaian resiko yang dilakukan harus disimpan pada File yang kemudian dapat dipegang oleh pelatih atau penilai atau orang lain yang ikut bertanggung jawab. Daftar salinan lengkap dapat ditemukan pada publikasi VDU, sebuah peraturan yang sangat mudah dan sederhana. Publikasi yang relevan lainnya termasuk memperlihatkan informasi lain yang terkait dan relevan.

Tindakan penanganan manual

Penanganan manual adalah mengangkat, memindahkan atau mendukung beban dengan tangan atau dengan kekuatan tubuh. Beban mungkin barang berat, printer, VDU, kotak alat atau sebuah tangga. Apapun obyeknya bila berat maka harus dipindah serius dan hati-hati menggunakan teknik mengangkat yang tepat. Jika terasa nyeri secara pribadi dan terasa cedera harus cepat dihindari. Banyak orang sakit punggung, lengan dan kaki. Lebih dari sepertiga semua yang telah dilaporkan kepada penanggungjawab K3 adalah cedera dan dalam setahun adalah terbanyak hasil dari penanganan secara manual.

Ketika mengangkat beban berat, prosedur mengangkat yang benar harus hati-hati untuk menghindari terjadinya cedera punggung. Gambar 8.4 menunjukkan teknik mengangkat dan membawa barang. Jangan mengangkat barang dari lantai dengan membungkuk dengan kaki lurus seperti dapat menyebabkan stres yang berlebihan pada tulang belakang. Selalu mengangkat dengan punggung lurus dan kaki jongkokk sehingga otot kaki kuat melakukan pekerjaan untuk mengangkat. Puntir pinggul dan lutut untuk menurunkan objek yang sedang diangkat, posisi tubuh sedekat mungkin dengan obyek.



Gambar 8.4.: Prosedur mengangkat dan membawa barang yang benar

Peganglah barang kuat-kuat dan jaga punggung lurus dan kepala tegak, gunakan otot kaki untuk meningkatkan kelancaran dalam gerakan. Bawa beban dekat dengan tubuh(hamper menempel). Ketika menempatkan barang ke bawah, jaga punggung lurus, sudut pinggul dan lutut seperti pada prosedur pengangkat. Sebuah teknik mengangkat yang salah akan berakibat keseleo, kram dan nyeri. Terlalu banyak bagian yang cedera yang dihasilkan selama bertahun-tahun adalah teknik penanganan manual buruk. Masalah ini menjadi serius sehingga K3 memperkenalkan undang-undang baru yaitu undang-undang tahun 1970, operasi kerja manual termasuk didalamnya. Dimana penanganan pekerjaan cukup melibatkan manual saja, jika barang yang akan diangkat dan dipindahkan dapat berakibat membahayakan tubuh karena sangat berat, maka pengusaha sekarang harus menyediakan kereta dorong.

Selalu menggunakan troli, gerobak atau truk seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.5 saat ini tersedia diperdagangan. Hambatan pasti ditemui saat mengangkat barang, maka gunakan teknik mengangkat seperti petunjuk yang dijelaskan di bawah dan hindari dengan melakukan langkah berikut:

a) Gunakan sarung tangan saat mengangkat barang untuk menghindari cedera benda kasar atau tepi yang tajam.
b) Berhati-hati ketika memindahkan beban yang dibungkus atau bubble-wrap.
c) Jangan memindahkan beban diatas kepala orang lain atau berjalan di bawah beban yang sedang diangkat.
d) Jangan mengangkat beban secara manual jika lebih tepat untuk menggunakan bantuan alat mekanik.
e) Hanya mengangkat atau membawa apa yang dapat dengan mudah dibawa.
f) Selalu menggunakan troli, gerobak atau truk seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.5.



Gambar 8.5.: Selalu menggunakan alat bantu transport

g) Rencanakan dahulu sebelum mengangkat untuk menghindari pemindahan barang yang tidak perlu atau berulang-ulang.

h) Jangan pernah meninggalkan beban tanpa pengawasan.

Definisi
Pedoman langkah mengangkat, memindahkan dan meletakkan beban dengan tangan atau dengan kekuatan tubuh.

Bekerja diketinggian

Bekerja diketinggian menciptakan bahaya tambahan dan memperlambat proses kerja teknisi listrik. Setiap tindakan pencegahan harus dilakukan untuk memastikan bahwa prosedur kerja sesuai dengan tujuan dan kondisinya baik.

Tangga

Tangga digunakan untuk naik atau kerja diatas permukaan tanah hanya dalam jangka durasi pendek. Dianjurkan untuk selalu memeriksa tangga sebelum menaiki. Harus dpasang lurus dan kokoh. Semua anak tangga dan batang pengikat harus berada dalam posisinya tidak boleh ada retak pada tumpuan kakinya. Tangga tidak

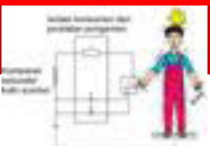
boleh dicat karena cat memungkinkan menutupi retak. Perpanjangan tangga harus didirikan dalam posisi tertutup dan diperpanjang satu bagian pada suatu waktu. Setiap bagian harus tumpang tindih (overlapping) dengan setidaknya nomor anak tangga yang ditunjukkan di bawah :

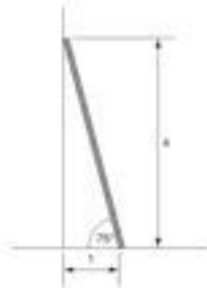
Tangga dengan panjang sampai 4,8 m, maka 2 anak tangga tumpang tindih

Tangga dengan panjang sampai 6,0 m, maka 3 anak tangga tumpang tindih

Tangga dengan panjang sampai lebih 6,0 m, maka 4 anak tangga tumpang tindih.

Sudut tangga ke dinding ukurannya 4 berbanding 1 porsi atau membentuk sudut 75 ° seperti ditunjukkan pada Gambar 8.6. Tangga harus diikat dibagian atas dan bawah bila memungkinkan, untuk mencegah pergeseran yang tidak diinginkan dan ditempatkan dengan kokoh dipermukaan tanah. Pijakan kaki dianggap efektif hanya untuk tangga kecil dibawah panjang 6 m dan perangkat pengaman harus selalu diperhatikan. Ketika tangga dipakai untuk naik ke atap atau balkon, tangga harus diperpanjang setidaknya 1,05 m atau 5 anak tangga di atas tempat pendaratan. Tangga pendek dapat dilakukan untuk beristirahat satu orang dibahu tangga, tapi tangga panjang harus dilakukan oleh dua orang, satu diujung atas dan lainya dibawah, untuk menghindari kecelakaan ketikaakan berbelok atau beralih. Tangga panjang atau tangga perpanjangan harus didirikan oleh dua orang sebagai ditunjukkan pada Gambar 8.7. Satu orang berdiri pada endapan tangga, sedangkan yang mengangkat dari sisi orang lain dan arah gerak didorong dari bawah tangga ke arah tembok. Ketika tangga yang tegak sudah diposisikan di tempat yang benar atur kemiringan dengan sudut dan beri pengaman sebelum dinaiki.





Gambar 8.6.: Mendirikan tangga yang benar

Safety First *Tangga*:

Tangga digunakan hanya untuk jalan naik, bukan tempat bertumpu

Digunakan hanya untuk pekerjaan durasi pendek.



Gambar 8.7.: Prosedur pendirian tangga benar



Gambar 8.8.: Jembatan perancah

Menara perancah (scaffold)

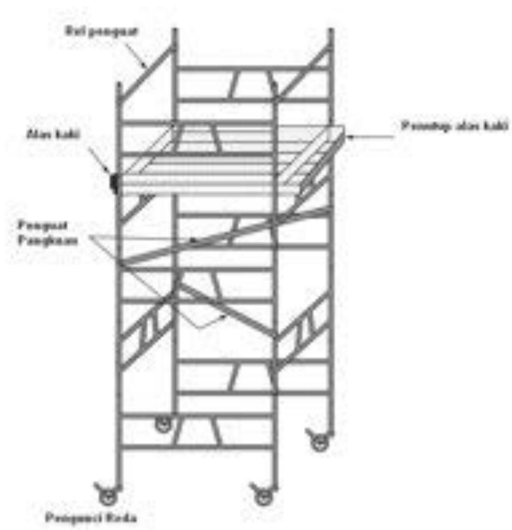
Papan perancah menyediakan bentuk papan kerja sederhana. Platform logam ini setidaknya harus terdiri dari dua papan dengan lebar 450 mm. Dan paling tidak sepertiga dari trestle harus berada diatas platform kerja. Jika platform lebih dari 2 m diatas tanah, papan injakan kaki dan pagar harus dipasang dan sebuah tangga yang terpisah disediakan untuk jalan. Papan yang membentuk platform kerja harus sama panjang dan tidak menggantung lebih dari empat kali ketebalan mereka sendiri. Rentang maksimum papan antara trestles adalah:

1,3 m untuk papan tebal 40 mm

2,5 m untuk papan tebal 50 mm.

Trestles yang lebih tinggi dari 3,6 m harus diikat pada gedung untuk memberikan stabilitas. Di mana setiap orang bisa jatuh lebih dari 4,5 m dari kerja Platform, trostle tidak dapat digunakan. Ponsel perancah menara dapat dibangun dari komponen perancah dasar yang dibuat dari pipa logam paduan ringan. Menara ini dibangun dengan beberapa bagian yang berlobang bersama-sama sampai ketinggian yang diperlukan tercapai. Sebuah menara perancah ditunjukkan pada Gambar 8.9. Jika platform kerja ketinggiannya diatas 2 m dari tanah maka harus ditutup keatas dan dilengkapi dengan pagar dan toeboards. Ketika platform sedang digunakan, keempat roda harus dikunci. Platform ini tidak boleh pindah kecuali dengan sengaja

dan jelas alat, peralatan dan pekerja lain harus ikut serta mendorong di bagian dasar perancah dan tidak dibagian atas. Stabilitas menara tergantung pada rasio lebar dasar untuk tower tinggi. Sebuah rasio dasar untuk ketinggian 1:3 memberikan stabilitas yang baik. Outriggers (picuan dari luar) dapat digunakan untuk meningkatkan stabilitas dengan menambah lebar dasar efektif. Jika outriggers digunakan maka mereka harus dipasang diagonal pada keempat sudut menara dan tidak hanya pada satu sisi . Menara ini tidak boleh dibangun lebih tinggi dari 12 m kecuali telah dirancang khusus untuk tujuan itu. Menara dengan ketinggian lebih dari 9 m harus diamankan dengan struktur bangunan untuk menjaga dan meningkatkan stabilitas agar tidak goyah.



Gambar . 8.9.: Scaffold mobile

Akses pada platform kerja menara perancah harus dengan tangga terpasang erat secara vertikal kedalam perancah. Tangga jangan pernah bersandar pada menara karena ini akan terdorong tangga pada bagian atas.



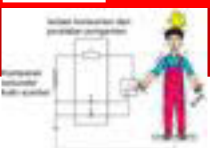
Gambar 8.10.: Test tegangan jaringan



Gambar 8.11.: Prufer tegangan

Isolasi listrik

Sengatan listrik akan terjadi ketika seseorang menjadi bagian dari sirkit listrik. Tingkat atau intensitas sock akan tergantung beberapa faktor, seperti misalnya: usia,



kebugaran dan keadaan dimana sock terjadi. Tingkat bahaya yang dapat mematikan adalah sekitar > 50 mA, dimana otot akan kontraksi, jantung berdebar dan pernapasan berhenti. Sebuah kejutan diatas 50 mA akan berakibat fatal kecuali orang tersebut dengan cepat dipisahkan dari tegangan. Kurang dari 50 mA rasa atau kejadiannya mulai hanya kesemutan hingga kemungkinan kita terlempar keseberang ruangan akibat terkejut dan dapat jatuh dari atap atau tangga, efek jatuh dapat menyebabkan cedera serius.

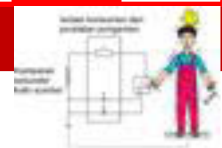
Safety First *Isolasi :*

Pernah bekerja pada saat jaringan bertegangan?.
Jaringan atau tegangan diisolasi (dipisahkan)?
Mengamankan isolasi?
Mencoba sumber tegangan dimatikan? Sebelum mulai bekerja.?

Untuk mencegah orang sengaja terkena sengatan listrik, semua logam terbuka harus dibumikan, sekering dan pemutus sirkit miniatur (MCB) dirancang untuk mengamankan jaringan dalam kondisi gangguan dan perangkat arus sisa (RCD) dirancang untuk mengamankan terjadinya arus bocor tanah, seperti dijelaskan pada bab sebelumnya.

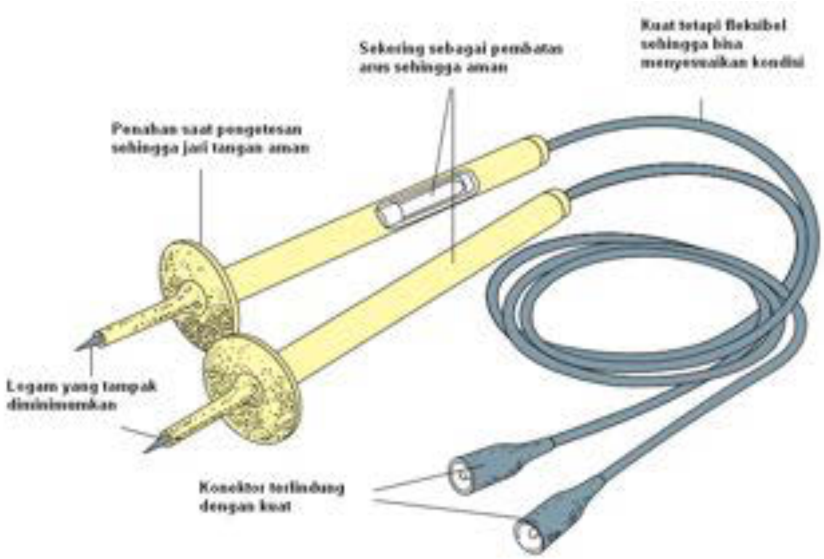
Tes instrumen atau indikator (Prufer) tegangan digunakan untuk membuktikan apakah sumber pasokan listrik mati, berikut prosedur yang diadopsi:

1) Pertama, menghubungkan perangkat tes seperti yang ditunjukkan pada Gambar . 8.11 pasokan yang akan diisolasi. Perangkat tes harus menunjukkan tegangan fase.
2) Selanjutnya, mengisolasi pasokan dan mengamati bahwa perangkat tes sekarang terbaca nol volt.
3) Kemudian menghubungkan perangkat tes yang sama langsung kepasokan untuk membuktikan bahwa tester masih bekerja dengan benar.



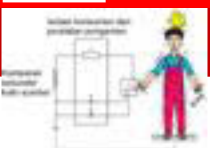
4) Akhirnya mengamankan isolasi dan memberi tanda-tanda peringatan, dan akhirnya kerja harus dimulai.

Perangkat tes listrik yang digunakan harus aman dan memenuhi pada peraturan keamanan listrik yang telah diberlakukan. Untuk mengisolasi sebuah peralatan atau sirkit individu agar esuai dengan prosedur yang telah ditentukan harus tetap dipertahankan, sehingga aman dan sesuai dengan semua peraturan yang relevan, kita harus mengikuti prosedur seperti yang diberikan oleh diagram alir Gambar. 8.13. start diawali bagian atas dilanjutkan turun mengikuti arah panah diagram alir.



Gambar. 8.12.: Probe tes tegangan

Definisi Isolasi, *listrik*:
Kita harus dapat memastikan bahwa pemutusan dan pemisahan peralatan listrik dari setiap sumber pasokanya aman .

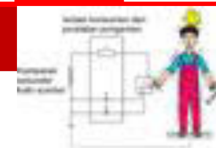


Tes on line

Pada Peraturan Kerja Listrik kita diberitahu bahwa itu adalah disukai bahwa pasokan akan dibuat mati sebelum pekerjaan dimulai. Namun, itu tidak mengakui bahwa beberapa pekerjaan, seperti mencari kesalahan dan pengujian, mungkin memerlukan peralatan listrik untuk tetap berenergi. Oleh karena itu, jika mencari kesalahan dan pengujian dapat berhasil hanya bila dilakukan saat jaringan bertegangan, untuk itu diagnosis kesalahan harus:

a) Dilatih dahulu sehingga mereka memahami peralatan dan potensi bahaya jika bekerja pada jaringan bertegangan dan bisa, karena itu, dianggap kompeten untuk melaksanakan kegiatan tersebut.
b) Hanya menggunakan peralatan uji yang disetujui
c) Memberi peringatan yang sesuai kemungkinan gangguan sehingga aktivitas kerja tidak membuat situasi berbahaya bagi orang lain.

Saat pengujian berlangsung yang diperlukan oleh para pekerja untuk mancari kesalahan dan pekerjaan perbaikan jaringan saat bertegangan direkomendasi tidak diijinkan dilakukan. Rangkaian yang akan dilakukan pemeliharaan oleh masing-masing teknisi harus dapat mengisolasi sendiri, tidak boleh tergantung pada teknisi lain. Sebelum peralatan utama diisolasi saat pekerjaan pelaksanaan pemeliharaan tidak boleh dimulai, hal ini untuk mematuhi peraturan pekerjaan listrik yang aman. Supaya aman digunkan prsedur berikut:





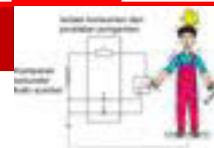
Gambar 8.13.: Prosedur isolasi yang aman

Penanganan limbah

Sikap yang baik terhadap K3 diantaranya yaitu bekerja secara cermat dan rapi, Menjaga lorong-lorong bebas hambatan, bersih dan teratur. Merapikan tempat kerja adalah serbagai bukti tanda seseorang teknisi listrik yang baik dan telah kompeten. Tapi bagaimana dengan sampah yang dihasilkan dilingkungan kerja kita? Silahkan, semua bahan kemasan peralatan listrik dan aksesoris yang biasanya masuk menjadi tugas pimpinan dalam penanganannya. Dimana lokasi limbah tersebut ditampung atau dibuang. Semua potongan pipa, trunking dan cable tray juga masuk daftar limbah. Bahkan, sebagian besar puing bangunan umum mungkin akan masuk menjadi daftar limbah dan perusahaan pengolah limbah akan segera mengambil semuanya limbah dengan memisahkan sesuai dengan keputusan dewan lokal daerah, dimana lokasi penampungan serta bak pembuangan yang disediakan dengan aman.

Bagian gulungan kabel yang masih panjang dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan lain. Pipa, trunking atau saluran lain akan dibawa kembali oleh perusahaan masing-masing. Disini akan disimpan untuk digunakan dimasa yang akan datang. Apa yang masuk di area pembuangan biasanya akan menjadikan gangguan tanah, menurut akal sehat. Namun, beberapa zat memerlukan kajian atau pertimbangan khusus dalam pembuangannya. Sekarang akan kita lihat asbes dalam jumlah besar dan bekas lampu tabung TL. Asbes adalah mineral yang ditemukan dalam berbagai bentuk batuan. Ketika kita memisahkan menjadi fluffy atau bubuk halus bahan berserat tersebut menjadi banyak kegunaan. Hal inilah sejak dahulu fluffy digunakan secara luas dalam industri konstruksi semenjak tahun 1960-an hingga tahun 1970-an untuk bahan atap, langit-langit dan lantai ubin, papan tahan api untuk pintu dan partisi, untuk isolasi thermal dan komersial serta industri pipa.

Di gedung-gedung sekitar 40 tahun lalu, ketika kita tinggal sendirian tidak akan menyebabkan bahaya kesehatan, tapi gedung-gedung semakin banyak butuh renovasi dan modernisasi. Hal ini saat pembongkaran dan pemotongan dari bahan asbes tersebut menimbulkan debu sehingga meningkatkan bahaya kesehatan. Asbes adalah berbahaya terhadap kesehatan yang serius jika debunya dihirup. Partikel asbes yang sangat kecil akan menemukan jalan menuju ke jaringan paru-paru yang halus dan tetap tertanam hidup didalamnya. Akhirnya dapat mengakibatkan iritasi konstan dan penyakit paru-paru serius. Bekerja di industri elektroteknik dengan bahan asbes bukanlah pekerjaan siapapun. Jika asbes hadir dalam situasi akan dipasang pada bangunan di mana kita bekerja, itu harus dicegah dahulu oleh kontraktor spesialis sebelum semua pekerjaan dimulai . Kontraktor spesialis, yang akan mengenakan sepenuhnya baju pelindung dan penggunaan alat pernapasan adalah satu-satunya yang bisa mengamankan para pekerja. Atau pekerja bertanggung jawab melaksanakan pemindahan asbes tersebut ketempat aman. Dengan membungkus asbes dengan kantong plastik tebal dan menyimpannya secara tertutup dan terkunci. Bahan ini kemudian dapat dibuang

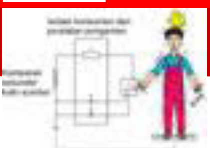


disebuah tempat khusus dengan bahan limbah industri beracun lainnya dan lokasinya selalu dipantau oleh otoritas lokal secara terus menerus.

Ada banyak pekerjaan untuk kontraktor listrik setiap kota-kabupaten diseluruh provinsi yaitu untuk memperbarui dan meningkatkan penerangan gedung-gedung pemerintah dan sekolah. Kegiatan yaitu program mengganti lampu TL yang sudah mati atau pemasangan baru disana-sini tergantung pada pelanggan. Jadi apa yang kita lakukan dengan lampu TL yang rusak dan sudah tua tersebut? Nah, barang-barang tua yang terbuat dari baja lembaran, set fiting lampu plastik, kabel kecil, starter dan lainya. Semua bahan-bahan tersebut dapat masuk ke penampungan biasa. Namun, khusus tabung neon yang mengandung sedikit merkuri dan bubuk neon dengan unsur-unsur beracun yang tidak boleh dibuang dilokasi tanah urug biasa.

Peraturan baru tentang limbah berbahaya B3 diperkenalkan pada bulan Juli 2005 dan di bawah peraturan ini lampu dan tabung diklasifikasikan sebagai bahan berbahaya. Sementara masing-masing lampu hanya berisi sedikit bahan merkuri sedangkan sejumlah besar lampu dan tabung yang dibuang (di Inggris) setiap tahunnya menghasilkan ancaman lingkungan yang signifikan. Cara yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dalam membuang lampu neon dan tabung adalah dengan mendaur ulang barang bekas tersebut. Proses ini biasanya berjalan seperti ini :

a) Perusahaan mengatur pengepulan limbah listrik lokal dengan memberikan plastik yang digunakan untuk menampung lampu limbah dan disediakan kontainer ukuran yang sesuai dengan volumenya.



b) Lampu yang kedaluwarsa dan tabung ditempatkan kedalam kontainer, kisi-kisi mencegah tabung agar tidak pecah, tetapi sering mengalami pecah saat diangkut.

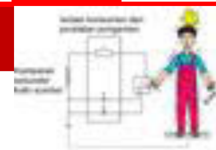
c) Ketika kontainer sudah penuh lampu dan tabung bekas, teleponlah pada pengepul dan meminta mereka untuk mengambil wadah dan segera mengirimkannya kesalah satu pusat daur ulang.

d) Perusahaan listrik akan menerima catatan tugas perawatan dan dokumen daur ulang total yang seharusnya diajukan sebagai bukti bahwa limbah berbahaya telah didaur ulang dengan aman.

e) Biayanya adalah sekitar 50 Pence Sterling untuk setiap lampu tabung ukuran 1800 mm dan biaya ini dibebankan kepada pelanggan melalui rekening akhir bulan.



Gambar 8.14.: Limapuluh pence Sterling biaya daur ulang TL 1800 mm.



Cek pemahaman knowledge

Ketika telah menjawab pertanyaan, bandingkan dengan jawaban dibagian belakang buku ini.

Catatan :

Lebih dari satu jawaban pilihan ganda kemungkinan benar.

---

1. Dua kategori dari resiko dan penyebab kecelakaan kerja yang paling umum adalah:

   a . slip , tersandung dan jatuh

   b . menugaskan penjaga sekitar bahaya

   c . penanganan manual

   d . menggunakan sistem kerja yang aman.

2 . Dua pencegahan yang paling umum dilakukan untuk mengendalikan

resiko adalah:

a . slip , tersandung dan jatuh

b . menusgaskan penjaga sekitar bahaya

c . penanganan manual

d . menggunakan sistem kerja yang aman.

3 . Sesuatu yang memiliki potensi sebagai penyebab kecelakaan adalah

definisi:

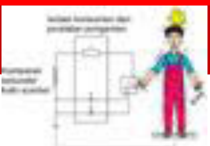
a . kesehatan dan keselamatan

b . resiko

c . orang yang kompeten

d . bahaya.

4 . Kemungkinan bahaya sebenarnya yang sedang dilakukan adalah salah



satu definisi :

a . listrik

b . resiko

c . K3

d . bahaya.

5 . Orang yang kompeten berurusan dengan situasi berbahaya :

a . harus memakai APD yang sesuai

b . menampilkan poster keselamatan dan kesehatan kerja

c . mengurangi resiko

d . meningkatkan resiko.

6 . Majikan perusahaan yang mempekerjakan lebih dari lima orang harus:

a . menjadi anggota NICEIC

b . menyediakan APD

c . melakukan penilaian resiko bahaya

d . menampilkan poster keselamatan dan kesehatan kerja.

7 . Ada 5 bagian tentang prosedur penilaian resiko bahaya. Identifikasi satu dari daftar di bawah :

a. memakai APD yang sesuai

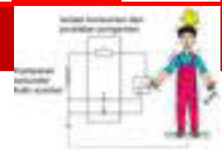
b . menginfokan tentang K3 untuk melaksanakan penilaian resiko

c . daftar bahaya dan siapa saja yang dirugikan

d . mengganti prosedur dengan resiko yang lebih kecil.

8 . Mengangkat dan mengangkut benda berat dengan tangan atau dengan kekuatan tubuh adalah salah satu definisi:

a . bekerja di ketinggian



b . menara perancah

c . truk karung

d . penanganan manual.

9 . Ketika bekerja diatas tanah untuk jangka waktu yang lama perlengkapan yang paling tepat:

a . tangga

b . perancah

c . menara perancah

d . sepasang kait langit-langit.

10 . Bagian yang paling tepat dari peralatan yang digunakan untuk dapat akses naik ke perancah permanen yaitu:

a . tangga

b . perancah

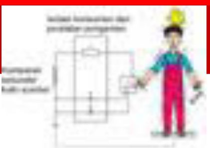
c . menara perancah

d . sepasang kait langit-langit.

11 . Peraturan Kerja Listrik memberitahu kita bahwa kita harus memastikan pemutusan dan pemisahan peralatan listrik dari setiap sumber pasokan dan operasi ini harus aman. Sebuah prosedur untuk mematuhi peraturan ini disebut :

a . bekerja di ketinggian

b . penilaian resiko bahaya



c . prosedur isolasi yang aman

d . penilaian resiko workstation .

12 . Pada peraturan kerja listrik untuk penawaran aktivitas kerja berikut adalah mutlak:

a . bekerja di ketinggian

b . pengujian sistem listrik hidup

c . pekerjaan perbaikan pada sirkit listrik hidup

d . bekerja tanpa APD yang sesuai .

13. Rumah tangga dan tempat kerja yang baik adalah masalah tentang :

a . membersihkan dan menempatkan sampah

b . bekerja dengan aman

c . membuat teh dan mengumpulkan semua orang

d . mengembalikan peralatan dan perlengkapan setelah digunakan .

14 . Daftarlah lima kategori umum dari resiko.

15 . Daftarlah lima tindakan pencegahan umum yang dapat diambil untuk mengendalikan resiko .

16 . Gunakan poin-poin untuk membuat daftar tahapan utama yang terlibat dalam mengangkat kotak berat dari lantai, membawa ke sebelah ruangan dan menempatkannya di meja kerja, menggunakan teknik

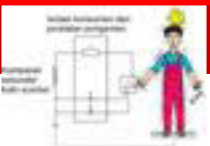
penanganan manual.

17 . Jelaskan teknik penanganan manual barang berat yang aman untuk memindahkan motor listrik keluar dari toko , melintasi halaman dan kebagian belakang sebuah van untuk pengiriman ke lokasi proyek.

18 . Gunakan poin-poin untuk daftar langkah- demi-langkah prosedur isolasi listrik aman untuk mengisolasi sirkit pada panel sekering tiga fase.

19 . Gunakan poin-poin tahap dalam mendirikan dengan aman tangga dan pemanjangnya . Identifikasi tindakan kita yang aman.

20 . Jelaskan bagaimana cara menggunakan menara perancah dan menggesernya untuk pemasangan lampu di Supermarket.



Pelajaran 3

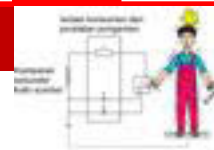
Aplikasi K3 dan prinsip listrik

Kegiatan 9.

Penggunaan informasi teknis

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) menyatakan metode distribusi informasi teknis
2) menyebut jenis-jenis informasi teknis
3) menyatakan penggunaan informasi teknis
4) menyatakan tipe dokumentasi kerja lapangan
5) menyatakan bagaimana cara penerimaan material di lokasi proyek
6) menyatakan pentingnya penyajian yang jujur dan jelas



Jenis informasi teknis

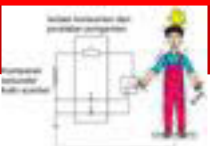
Sumber-sumber informasi teknis dan jenis informasi teknis yang sangat spesifik, misalnya rencana kerja dilapangan dan gambar tata letak. Dapat dijelaskan disini bahwa : Informasi teknis dapat diterima atau didistribusikan melalui beberapa media berikut:

- laporan tertulis
- gambar skala konvensional dan lembar informasi
- Internet dan email
- CD , DVD atau Memory Stick
- Faksimili (Mesin faks) .

Pada bab ini kita akan melihat bagaimana penggunaan informasi teknis untuk dikomunikasikan kepada pihak yang relevan dan yang membutuhkan sehingga dimungkinkan terjadinya perbaikan atau perubahan pekerjaan setelah datangnya informasi yang diterima.

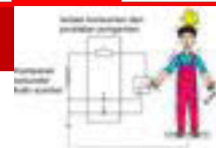
Informasi teknis dikomunikasikan kepada person teknisi listrik melalui cara yang berbeda-beda. Dan bentuk informasi seperti berikut ini:

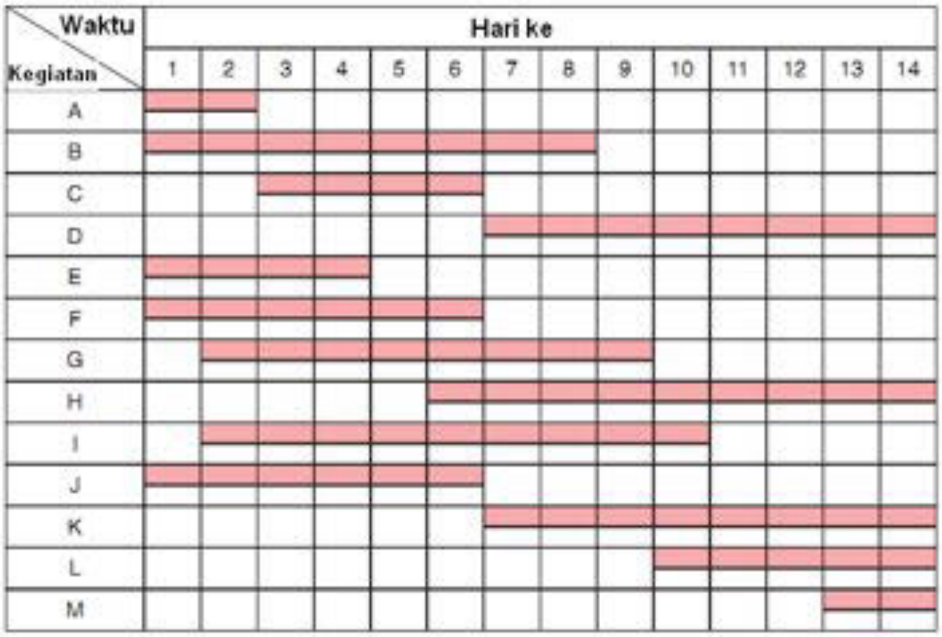
- **Spesifikasi**, ini adalah rincian persyaratan dari klien, biasanya dibuat oleh seorang arsitek. Sebagai contoh, spesifikasi dapat memberikan informasi tentang jenis kabel yang digunakan atau detail jenis luminer atau peralatan lain yang digunakan.
- **Data manual**, Jika spesifikasi peralatan disertakan pada mesin atau komponen listrik maka data instruksi dan persyaratan pemasangannya atau perakitannya harus dibaca dengan seksama. Setelah pekerjaan selesai kopi atau salinlah spesifikasi data tersebut sebagai laporan dan dokumen pekerjaan saudara bahwa peralatan tersebut telah selesai dirakit atau dipasang dengan tuntas.



- **Laporan dan skedul,** laporan adalah detail tertulis suatu yang telah terjadi atau jawaban atas pertanyaan tertentu yang diminta oleh seorang profesional lain atau klien. Atau mungkin juga rincian kedisiplinan hadir karyawan ditempat kerja atau laporan dari beberapa masalah yang diselesaikan dan ditemukan dilokasi kerja. Jika laporan itu untuk internal organisasi, laporan dapat berbentuk tulisan tangan tetapi jika laporan tersebut harus disampaikan keluar instansi atau organisasi , maka harus secara formal dan ditulis dengan mesin atau PC.

  Sedangkan sebuah skedul adalah berisi program atau tabel waktu kerja yang kadang dijelaskan dimana tempatnya. Sebagai contoh, jika teknisi listrik akan memulai kerja maka kapan dan berapa lama waktu yang dibutuhkan secara jelas dapat dibaca pada grafik batang dengan berbagai macam kegiatan proyek. Gambar 9.1. menunjukkan sebuah grafik batang atau jadual pekerjaan dimana kegiatan ***X*** memakan waktu 2 hari untuk menyelesaikannya dan kelompok ***Y*** aktivitas dimulai pada waktu yang sama seperti kegiatan ***X*** tetapi dibutuhkan waktu selama 8 hari kerja efektif.
- **Petunjuk penggunaan (user manual),** sangat banyak memberikan informasi tentang pengoperasian peralatan. Petunjuk penggunaan peralatan dan saran penyimpanan sangat membantu pelanggan dalam pememeliharaan alat atau peralatan. OLeh karenanya setiap pembelian sesuatu perlu adanya copy salinan file kerja untuk klien ketika proyek diserahkan padanya.





Gambar 9.1.: Jadual pekerjaan

Lembar kerja dan catatan waktu, informasi tentang pekerjaan lapangan. Lembar kerja memberikan informasi tentang apa yang harus dilakukan dan biasanya dikeluarkan oleh manajer untuk teknisi listrik. Lembar waktu adalah catatan dimana seorang pekerja individu telah menghabiskan waktunya, pekerjaan yang dilakukan dan berapa lama. Informasi ini digunakan untuk mempertimbangkan pembuatan upah individu dan untuk mengalokasikan biaya perusahaan pada pekerjaan tertentu.

Mereka yang membutuhkan atau menggunakan informasi teknis

Informasi teknis diperlukan oleh banyak profesional yang terlibat dalam kegiatan kelistrikan, jadi siapa sajakah orang yang terkait dengan masalah tersebut ?

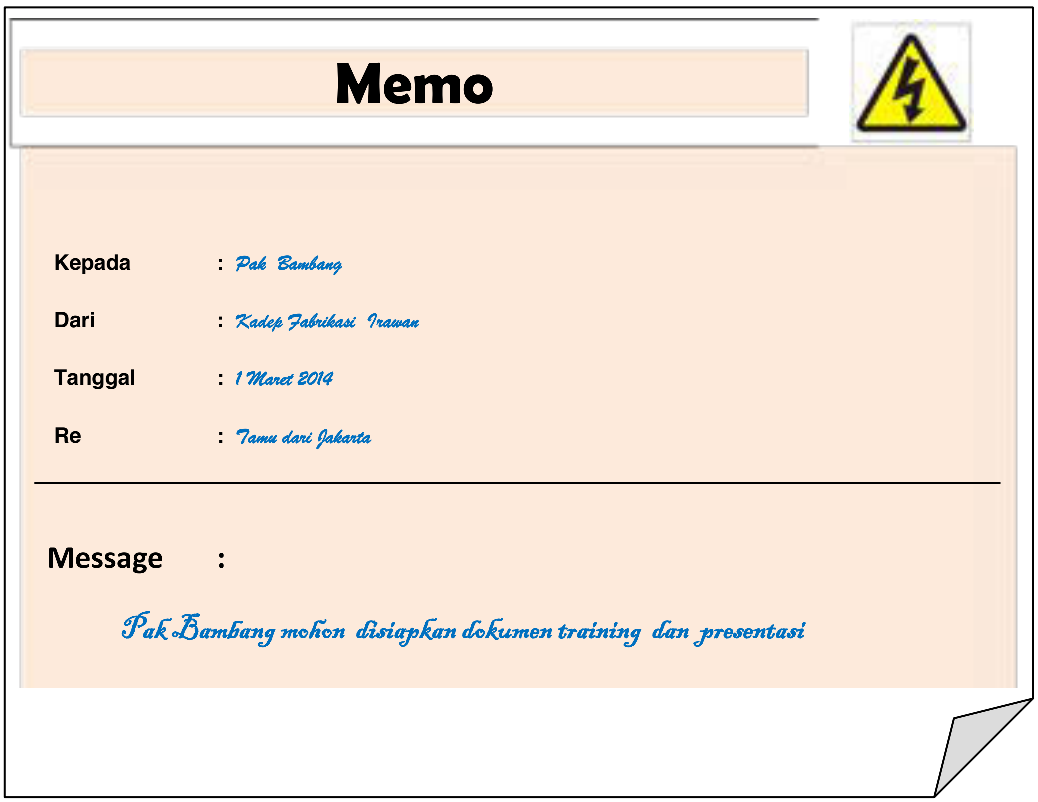
- Operator, person dalam kasus ini yaitu teknisi listrik yang terampil kerja dilapangan, menyelesaikan pekerjaan perusahaan dibidang kelistrikan.

- Supervisor, jabatan ini memiliki tanggung jawab keseluruhan terhadap sejumlah teknisi listrik dilapangan yang dibutuhkan secara keseluruhan dalam penyelesaiaan pekerjaan.
- Kontraktor, kontraktor utama mengambil tanggung jawab seluruh proyek pada klien. Kontraktor utama dapat mengambil sub-kontraktor untuk melaksanakan beberapa bagian dari keseluruhan proyek. Pada proyek besar saat konstruksi dibangun dilapangan kontraktor listrik merupakan bagian dari beberapa *sub-kontraktor*.
- Pengawas, Penanggung jawab untuk kelancaran seluruh proyek dan untuk mengawasi agar kontrak diselesaikan sesuai jadual dan sesuai plafon anggaran. Pengawas lapangan dapat tugas dari arsitek.
- Pelanggan atau Klien, mereka adalah orang-orang yang memesan karya atau proyek untuk dilakukan oleh kontraktor. Mereka akan membayar tagihan pada akhir pekerjaan termasuk upah para pekerja yang terkait dengan keproyekan.

Memo atau memorandum

Banyak komunikasi diantara karyawan dan antar karyawan seluruh unit kerja organisasi yang lebih besar akan membutuhkan tempat untuk menyelesaikan permasalahan secara standar. Dengan hanya mengirim sebuah memo (kertas memorandum) internal komunikasi yang membutuhkan ruang dan waktu relative panjang bisa diabaikan. Keuntungan memo ini adalah pesan secara tertulis, sehingga secara cepat dan sederhana dapat diaudit oleh penerima memo. Seorang auditor dapat mengikuti jejak dokumen untuk dilihat, misalnya, siapa yang bertanggung jawab untuk pemesanan bahan-bahan tertentu. Ketika mengisi formulir standar, ikuti instruksi yang diberikan dan pastikan bahwa tulisan jelas terbaca. Jangan meninggalkan formulir kosong tanpa isian, tandailah selalu “tidak berlaku” pada lembar memo bila tidak diperlukan lagi (sudah diselesaikan). Tulislah nama dan tanggal seperti yang diminta pada formulir. Akhirnya, bacalah sekali lagi isi tulisan sebagai kontrol apakah jawaban sudah sesuai dengan semua

pertanyaan. Memo internal adalah bentuk komunikasi tertulis yang digunakan dalam suatu organisasi, biasanya tidak digunakan untuk komunikasi dengan pelanggan atau pemasok pekerjaan. Gambar 9.2. menunjukkan tata letak bentuk memo yang digunakan oleh lembaga untuk memberitahukan seseorang bahwa ia telah memesan dokumen training dan presentasi.



Memo

Kepada : *Pak Bambang*

Dari : *Kadep Fabrikasi Irawan*

Tanggal : *1 Maret 2014*

Re : *Tamu dari Jakarta*

Message :

Pak Bambang mohon disiapkan dokumen training dan presentasi

Gambar 9.2.: Contoh Memo (sederhana)

Surat memberi catatan permanen komunikasi antara organisasi atau individu.

Bentuknya tulisan tangan untuk penggunaan internal tetapi pada surat bisnis keluar supaya memberi kesan organisasi yang baik surat diketik (computerized). Surat harus ditulis menggunakan bahasa singkat sederhana, dan nada surat itu harus

selalu bersikap sopan walaupun surat itu adalah satu keluhan. Selalu sertakan tanggal korespondensi. Surat formal harus dengan salam hormat. Yth. (yang terhormat) dan diakhiri dengan: Hormat. Sebuah ucapan yang tidak formal dapat menyebut nama yang dituju. Nama dan status pemberi atau pengirim harus ditulis atau diketik di bawah dan ditanda tangani.

Catatan: Jangan mengetik tulisan dengan huruf kapital semua. Ini tidak sopan, karena akan dianggap sebagai bentakan pada si pembacanya.

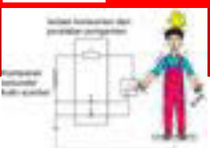
Bukti pengiriman

Ketika bahan dikirim ke lokasi pemesan, orang yang menerima barang diminta bukti dengan menandatangani bukti atau catatan pengiriman. Catatan ini digunakan untuk mengkonfirmasi bahwa barang telah dikirim oleh pemasok, sudah diterima dan akan segera dikirimkan sebuah faktur permintaan untuk pembayaran, biasanya tagihan dilakukan pada akhir bulan.

Bagi penerima barang harus hati-hati dan mengecek apakah barang yang dikirim sesuai dengan yang dipesan dan semuanya dalam kondisi utuh, lengkap dan baik atau berfungsi. Jika ada beberapa item rusak atau hilang, maka secara jelas harus diklarifikasi dan diidentifikasi pada catatan atau bukti pengiriman barang sebelum semuanya ditanda-tangani, sebab, jika ditulis “ya” berarti perusahaan akan menganggap bahwa barang sudah diterima dalam kondisi baik dan selanjutnya tanggungjawab sudah berpindah pada si penerima. Suppliers (pemasok barang) akan mengambil barang yang cacat atau rusak dan penggantiannya tenggat waktu kurang lebih 3 hari atau sesuai dengan kesepakatan. Penerima harus selalu mencoba barang atau alat atau mesin terlebih dahulu dan kemudian dengan cepat menentukan kondisi barang, diteima atau ditolak. Untuk barang-barang elektronik pengirimannya harus hati-hati termasuk cara penyimpanannya harus aman sampai barang tersebut dipasang. Copy catatan pengiriman dikirimkan ke kantor pusat penjualan dan pembayaran dapat dilakukan sesuai dengan barang yang diterima.

Catatan waktu

Catatan waktu merupakan bentuk standar yang harus diisi oleh setiap karyawan untuk menginformasikan pada pimpinan atau supervisor (bagi teknisi) untuk menghitung waktu sebenarnya yang dihabiskan dalam menyelesaikan pekerjaan secara efektif. Ini akan membantu perusahaan dalam menghitung jam kerja karyawan secara individu. Dokumen biasanya dalam mingguan dan mencakup jumlah jam kerja , nama dari pekerjaan serta biaya-biaya perjalanan yang akan diklaim. Kantor mensyaratkan catatan waktu yang harus dilaporkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.3



Time Sheet
(laporan mingguan)

Nama karyawan: *Alfred*

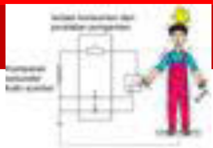
Tanggal lapor : *10 Januari 2014*

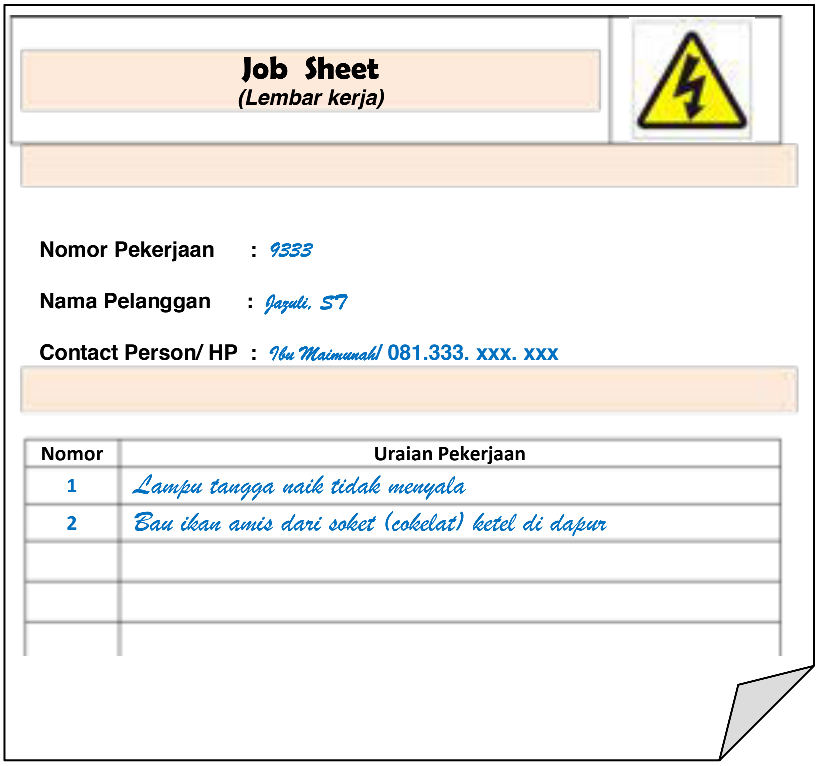
Hari	No Pekerjaan/ Lokasi pekerjaan	Mulai (jam)	Akhir (Jam)	Total (jam)	Perjalanan (jam)	Pengeluaran (Rp)
Senin	*1010 / Jl. Sudirman 1 Jakarta*	*10*	*17.00*	*6*	*3*	*600.000*
Selasa						
Rabu						
Kamis						
Jum'at						
Sabtu						
Minggu						

Gambar 9.3.: Laporan mingguan (waktu)

Lembar kerja

Lembar kerja atau kartu kegiatan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.4 membawa informasi tentang pekerjaan yang segera diselesaikan, biasanya pekerjaan yang kecil . Ini memberi nama dan alamat pelanggan, hubungi nomor telepon, sering pekerjaan merujuk beberapa rujukan serta deskripsi singkat tentang pekerjaan yang harus dilakukan.





Job Sheet
(Lembar kerja)

Nomor Pekerjaan : 9333

Nama Pelanggan : Jazuli, ST

Contact Person/ HP : Ibu Maimunah/ 081.333. xxx. xxx

Nomor	Uraian Pekerjaan
1	Lampu tangga naik tidak menyala
2	Bau ikan amis dari soket (cokelat) ketel di dapur

Gambar 9.4.: Contoh Job sheet

Sebuah tipikal lembar kerja boleh dijelaskan contoh seperti berikut:

a. Tugas 1 lampu tangga naik tidak menyala .

b. Tugas 2 bau ikan amis dari soket ketel di dapur.

Seorang teknisi listrik biasanya dimungkinkan memiliki beberapa tugas untuk cepat diselesaikan di mana ia mengambil sebuah jumlah lembar kerja dari kantor dan melaksanakan pekerjaan tersebut.

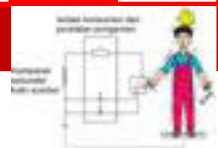
Tugas 1, misalnya, kemungkinan pengamannya (sekering) trip karena terjadi hubung singkat pada kabel akibat dari hantaran hubung pendek. Solusinya kabel yang rusak harus diganti dengan yang baru sesuai dengan aturan kelistrikan yang diberlakukan. Kemudian instalasi diuji kembali pengoperasiannya yang benar dan pelanggan diberi penjelasan tentang apa yang telah dilakukan pada perbaikan kesalahan tersebut.

Informasi umum dan jaminan tentang kondisi instalasi secara keseluruhan mungkin disampaikan dan diberikan sebelum melanjutkan pada tugas pekerjaan 2.

Ketel listrikpada stop kontak pada lembar kerja 2 mungkin hanya menjadi hangat saja dan sebab itu akan menimbulkan bau amis yang mencurigakan karena koneksi kabelnya longgar sehingga menyebabkan loncatan busur api membakar beberapa titik. Pemeriksaan fisik harus dilakukan, penggantian soket dan perbaikan kabel yang rusak (keropos) dilakukan sesuai dengan prosedur dan ukuran yang sama. Cek sambungan kabel pada ketel apakah mur dan bautnya sudah kuat mengunci. Jika semua tugas sudah selesai dilakukan silahkan melakukan tugas berikutnya atau kembali ke kantor. Penggunaan waktu dan bahan yang digunakan biasanya dicatat pada kartu kerja atau alternative lain pada catatan hariannya. Selanjutnya tergantung pada masing-masing perusahaan kontraktor listrik, apakah informasi ini akan dijadikan sebagai kuitansi penagihan pada pelanggan atau sebagai dokumen saja.

Kartu kerja harian

Kartu kerja harian adalah salah satu vareasi catatan pekerjaan, yaitu tugas yang dilakukan berada diluar lingkup kontrak asli. Jika kegiatan harian telah dilakukan, pengawas lapangan harus mendapatkan tanda tangan dari pelanggan atau perwakilannya, misalnya arsitek yang diberi wenang pekerjaan item tambahan tersebut. Sebuah catatan dilakukan dengan hati-hati dan harus disimpan pada lembar kerja harian termasuk semua waktu tambahan dan bahan yang yang telah digunakan sehingga klien dapat ditagih dari pekerjaan tambahan tersebut. Lembar khusus kerja harian ditunjukkan pada Gambar 9.5.



Daywork Sheet
(laporan Harian)

Nama Pelanggan: Jazuli, ST

No. Pekerjaan : 9333

Hari/ Tanggal	Karyawan	Mulai (jam)	Akhir (Jam)	Total (jam)	Catatan
Senin	Ponco	9.00	17.00	7	

Kebutuahn Bahan	Penjelasan	Catatan
Lampu SL 32 W	Mengganti lampu putus	

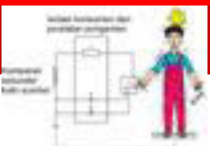
Pengawas Lapangan
V Pelanggan ☐ Arsitek ☐ QS ☐ Kontraktor ☐ Admin

Ttd
Tanda tangan:

Gambar 9.5.: Contoh laporan harian

Laporan

Pada pekerjaan skala besar, mandor atau supervisor sering dipersyaratkan untuk mengisi laporan peristiwa yang relevan dan terjadi di lapangan, misalnya, berapa banyak orang-orang dari perusahaan yang bekerja setiap harinya, barang apa yang didatangkan, apakah ada yang pecah atau hilang. Catatan pertemuan (meeting) yang dihadiri. Beberapa perusahaan memisahkan dua dokumen penting antara sebuah catatan harian kejadian dilapangan untuk mencatat peristiwa harian dan kedua yaitu laporan mingguan merupakan ringkasan yang akan dikirimkan ke kantor pusat atau cabang untuk menginformasikan laporan kemajuan kerja (progress report).



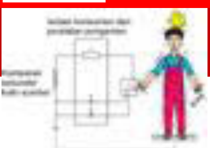
Citra dan komunikasi personal

Ingat bahwa pelanggan itu benar-benar akan membayar upah para karyawan perusahaan. Oleh karenanya, selalu bersikap sopan dan mendengarkan keluhan dengan seksama dan hati-hati sesuai keinginan para pelanggan. Pelanggan mungkin orang tua atau juga berbeda agama atau dari latar belakang budaya lain. Dalam situasi demikian, memutar keras musik atau radio saat melayaninya tidak dapat direkomendasikan. Perlakukan properti di tempat kerja harus dikerjakan dengan hati-hati. Ketika bekerja di rumah-rumah, toko-toko dan kantor menggunakan penutup debu untuk melindungi lantai dan perabot dari kotoran debu yang akan beterbangan saat kita mengebor tembok atau lainnya. Membersihkan secara berkala dan membuat upaya khusus ketika pekerjaan telah selesai. Berpakaian dengan rapih dan tepat: penampilan berantakan atau kotor akan mendorong pelanggan untuk berpikir bahwa pekerjaan yang dihasilkan akan berkualitas buruk, seperti hal pakaiannya.

Instalasi listrik gedung sering dilakukan bersama-sama dengan pekerja dari perusahaan lain. Hal yang masuk akal apabila teknisi yang sedang bekerja saling membantu, sedapat mungkin dilakukan dengan penuh gairah dan rasa kebersamaan didalam mengembangkan hubungan kerja sama yang baik antar karyawan satu dengan karyawan lain. Pelanggan akan sangat senang jika para pekerja akan memberi kesan kompak, dapat bekerja sama sebagai tim kerja yang solid dan sigap dalam menyelesaikan pekerjaan proyek.

Akhirnya, ingat bahwa pelanggan akan terkesan dengan pola komunikasi yang baik sehingga pelanggan tidak mustahil akan menganggap saudara tidak hanya sekedar sebagai teknisi listrik, instruktur listrik maupun direktur perusahaan, tetapi lebih dari itu. Oleh karenanya, citra yang ditampilkan akan diasumsikan sebagai cermin kebijakan perusahaan dimana saudara menjadi karyawannya. Bagi perusahaan, memberikan kesempatan meningkatan kemampuan bagi karyawan akan membantu peningkatan citra perusahaan. Kesan menarik yang mampu diekspresikan oleh

karyawan yang terampil dan kompeten pada berbagai macam situasi sesuai dengan harapan pelanggan akan menambah keyakinan kualitas dan pelayanan yang prima. Namun, jika masalah ini tidak terjadi, pengalaman sebelumnya mengatakan bahwa karyawan yang merasa tidak berkembang akan merasa kurang percaya diri untuk dapat menyelesaikan pekerjaan dengan hasil prima. Hubungilah supervisor untuk minta bantuan profesional dan petunjuk teknis yang diperlukan, jika merasa mengalami kesulitan dalam pekerjaan. Hal ini bukan tidak masuk akal karyawan yang masih muda untuk mencari bantuan dan bimbingan dari para karyawan yang lebih senior dan berpengalaman. Pendekatan ini akan lebih disukai oleh sebagian besar perusahaan daripada harus menanggung biaya sebuah kesalahan yang mahal dan memalukan perusahaan.



Cek pemahaman knowledge

Ketika telah menjawab pertanyaan, bandingkan dengan jawaban dibagian belakang buku ini.

Catatan :

Lebih dari satu jawaban pilihan ganda kemungkinan benar.

---

1 . Sebuah format standar diisi oleh setiap karyawan untuk menginformasikan kepada pimpinan bahwa saudara telah melakukan pekerjaan sesuai dengan yang dilaporkan, disebut:

a . lembar kerja

b . lembar waktu

c . catatan pengiriman

d . lembar kerja harian .

2 . Sebuah catatan konfirmasi, bahwa bahan-bahan yang dipesan telah dikirim ke lokasi, ini disebut :

a . lembar kerja

b . lembar waktu

c . catatan pengiriman

d . lembar kerja harian .

3 . Sebuah format standar yang berisi informasi tentang pekerjaan listrik yang

harus dilakukan, biasanya didistribusikan oleh manajer, disebut:

a . lembar kerja

b . lembar waktu

c . catatan pengiriman

d . lembar kerja harian .

4 . Format standar yang berisi catatan perubahan atau ekstra pekerjaan yang harus dilakukan pada sebuah proyek besar disebut:

a . lembar kerja

b . lembar waktu

c . catatan pengiriman

d . lembar kerja harian .

5 . Nyatakan tiga cara menerima atau mengirimkan informasi teknis.

6 . Nyatakan empat jenis informasi teknis dan berikan masing-masing penjelasan singkat.

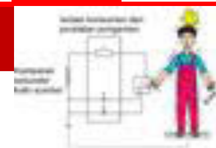
7 . Dalam satu pekerjaan proyek, siapa saja yang sangat membutuhkan tentang informasi teknis?.

8 . Gunakan poin-poin untuk menggambarkan proses penerimaan barang di lokasi kerja atas nama perusahaan.

9 . Secara singkat dinyatakan mengapa kita akan menggunakan catatan lemba kerja harian untuk pekerjaan tambahan pada kontrak besar. Mengapa

pekerjaan ini penting untuk mendapatkan tanda tangan dari klien atau perwakilanya?

10. Secara singkat dinyatakan mengapa skedul waktu adalah penting untuk:
    a. perusahaan
    b. karyawan.
11. Sebutkan alasan mengapa saudara harus selalu menyajikan citra yang mengesankan untuk klien atau pelanggan.
12. Catatan yang menjelaskan tentang skedul kerja kita. Dengan siapa saudara bekerja apakah sesuai ketentuan skedul kerja di perusahaan dan mengapa?



Pembelajaran 3

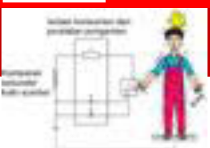
Aplikasi K3 dan prinsip listrik

Kegiatan 10.

Teori AC dan mesin listrik

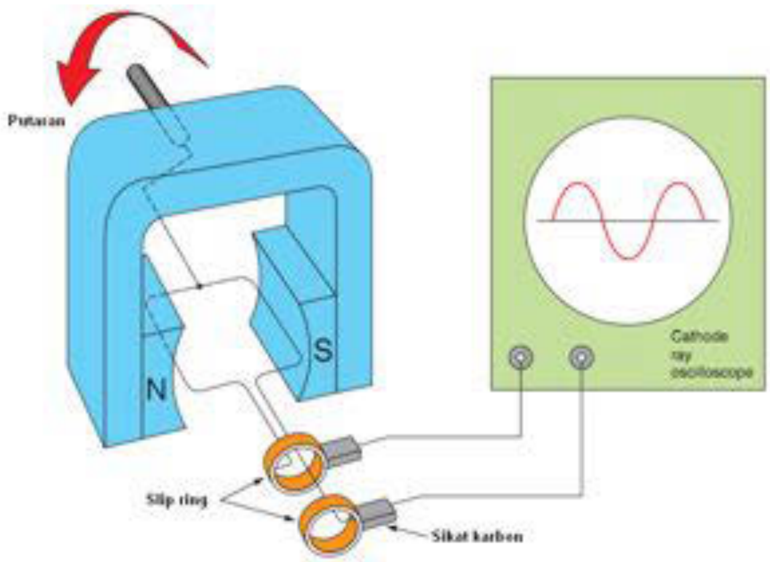
Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) menyatakan efek resistansi, reaktansi dan impedansi dalam sirkit ac.
2) menyatakan bagaimana faktor koreksi daya dapat dicapai
3) menggambarkan konsep induktansi diri
4) menggambarkan energi yang tersimpan dalam medan magnet dan hysteresis magnetik menyatakan prinsip operasi:
   a) motor d.c. .
   b) motor a.c..
   c) transformator
   d) instrumen transformator.
   e) perlengkapan lampu.
   f) pencahayaan fluorescent .
   g) relay sederhana.



Teori arus bolak-balik

Produksi listrik yang dibangkitkan oleh beberapa pembangkit besar umumnya menggunakan sistem tegangan a.c. untuk didistribusikan atau dipasok ke industri, perdagangan dan pemakaian domestik. Energi yang telah dibangkitkan tersebut kemudian melalui jaringan tranmisi (system interkoneksi) kemudian didistribusikan ke seluruh wilayah Sumatera, Jawa dan Bali sampai pada titik akhir pelanggan (endpoint). Sementara itu listrik dengan sistem tegangan d.c. memiliki banyak aplikasi dimana-mana dengan portabilitas atau sistem pasokan daya dapat diisi ulang atau dengan penggantian pasokan baru. Sistem d.c. ini sangat cocok digunakan sebagai pasokan daya pada peralatan elektronik atau permesinan dengan kapasitas kecil. Adalah penting bahwa untuk kebutuhan listrik daya besar tegangan d.c pembangkitnya tidak mampu mengatasi, namun permasalahan ini dapat diatasi dengan pembangkitan tegangan a.c. karena pasokan listrik ini sangat mudah dan menguntungkan dalam sistem pemanfaatan energinya. Untuk kebutuhan pengiriman energi hingga menempuh jarak ratusan kilometer dapat dilakukan dengan mengubah-ubah level tegangannya sesuai dengan kebutuhan dengan menggunakan mesin listrik transformator. Sebuah rangkaian sederhana yaitu kumparan atau gulungan kawat kita letakkan diantara dua kutub magnet utara (North) dan selatan (South) dan mempunyai arah fluk magnet dari kutub utara N menuju kutub selatan S seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.1. Jika kumparan tersebut kita gerakan atau kumparan tersebut kita putar akan mengakibatkan jalur fluks magnet utara selatan dipotong kumparan sehingga fluks magnetik menginduksi gaya gerak listrik ggl atau disebut dengan tegangan listrik. Seperti pada rangkaian atau kumparan tersebut bentuk tegangan yang dibangkitkan ditunjukkan oleh tampilan pada osiloskop bentuk gelombang sinusoidal, arahnya arusnya berbolak-balik terus (+ dan -) sehingga tegangan ini disebut dengan tegangan bolak balik.



Gambar 10.1.: Pembangkit tegangan a.c.

Tegangan a.c. yang dibangkitkan akan menjadi sumber atau pasokan pasokan arus bolak-balik. Prinsip dasar dari pasokan a.c. yang dihasilkan oleh Power Station adalah persis sama dengan Gambar 10.1 kecuali bahwa elektromagnet yang digunakan ukuran sangat besar dan dibutuhkan energi yang besar untuk merotasi kumparan tersebut. Energi putar yang besar ini dapat dibangkitkan dari turbin uap atau energi putar yang lainnya. Pada bagian ini kita pertama-tama akan membahas secara teori rangkaian resistansi (tahanan) murni, induktansi dan kapasitansi yang beraksi sendirian pada sirkit a.c. sebelum melanjutkan pembahasan secara praktis resistansi , induktansi dan kapasitansi yang beraksi dan bereaksi bersama-sama. Sebelumnya kita pahami dahulu tentang definisi beberapa istilah sebagai referensi kita.

Resistansi

Pada setiap rangkaian, resistensi didefinisikan sebagai oposisi, pelawan, tahanan, hambatan terhadap aliran arus. Namun, dalam rangkaian a.c., resistansi hanya merupakan bagian dari oposisi terhadap aliran. Resistansi diberi symbol R dengan satuan besarannya adalah ohm atau simbol abjat Yunani Ω.

$$R = \frac{V}{I}\ (\Omega)$$

Induktansi dan kapasitansi pada rangkaian a.c. juga menyebabkan penentangan arus, yang kita sebut dengan reaktansi.

Reaktansi induktif (Xl) adalah oposisi aliran pada rangkaian arus induktif (a.c.). Hal ini menyebabkan arus pada rangkaian tertinggal dari tegangan yang operasi diberikan, seperti ditunjukkan pada Gambar 10.2. Hal ini diberikan dengan rumus:

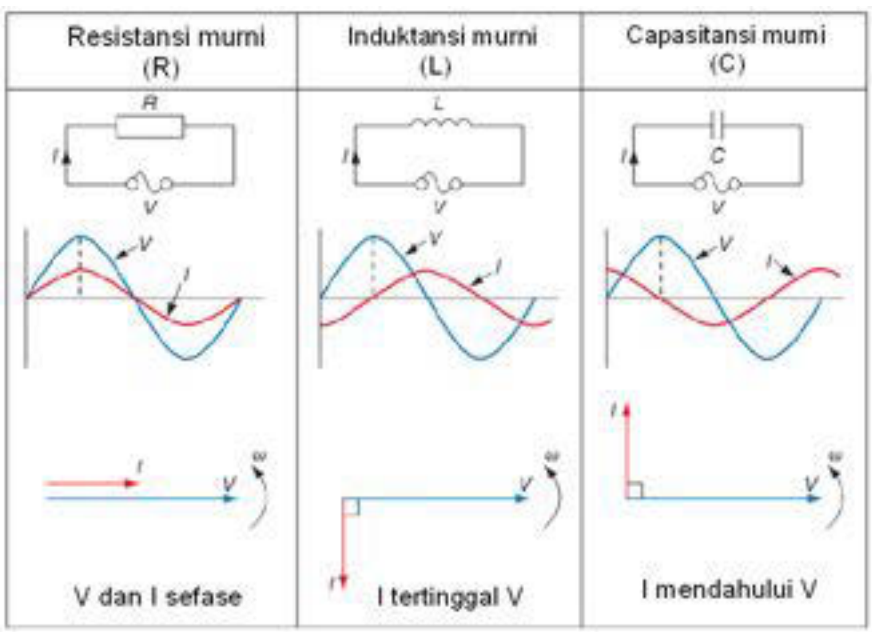
$$\boldsymbol{XL = 2\pi\, fL\ (\Omega)}$$

Dimana

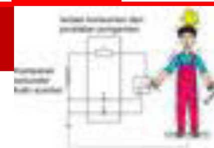
f = frekuensi

π = 3,142

L = induktansi listrik → $\mathbf{XL} = \frac{VL}{IL}$



Gambar 10.2.: Tegangan dan arus



Reaktansi kapasitif (Xc) adalah oposisi ke ac saat ini dalam capaci- sirkuit tive. Hal ini menyebabkan arus dalam rangkaian untuk memimpin menjelang tegangan, seperti ditunjukkan pada Gambar. 10.2.
Hal ini diberikan dengan rumus:

$$\mathbf{Xc} = \frac{1}{2\,\pi\,.f.C}\ (\Omega)$$

Dimana π dan f sudah dijelaskan dan C adalah kapasitansi rangkaian. Sehingga impedansi kapasitif dapat rumuskan:

$$\mathbf{Xc} = \frac{Vc}{IC}\ (\Omega)$$

Contoh:
Hitunglah reaktansi kapasitif pada kapasitor 150 μF dengan kumparan medan 0,05 H dengan sumbertegangan a.c. 50 Hz.
Untuk reaktansi kapasitif:

$$\mathbf{Xc} = \frac{1}{2\,\pi\,.f.C}$$

Dimana f = 50 Hz dan C = 150 μF = 150 x 10^{-6}F.

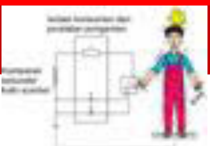
Jadi, $\boldsymbol{Xc} = 1/(2\ x\ 3,142\ x\ 50\ x\ 150\ x\ 10^{-6}F) = \boldsymbol{21{,}2\ \Omega}$

Untuk reaktansi induktif XL = 2. $\boldsymbol{\pi}$. f. L

Dimana f = 50 Hz dan L = 0,05 H,

Jadi XL = 2 x 3,142 x 50 Hz x 0,05 H = *15,7* **Ω**

Impedansi



Total oposisi terhadap aliran arus pada rangkaian a.c. disebut dengan impedansi dan diberi simbol Z. Jadi impedansi adalah gabungan perlawanan arus, reaktansi induktif dan reaktansi kapasitif dari rangkaian sehingga dapat dihitung dari rumus:

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2} \quad \ldots\ldots\ \Omega$$

$$Z = \frac{VT}{IT} \qquad \ldots\ldots\ \Omega$$

Contoh 1:

Hitung impedansi bila sebuah resistor 5 **Ω** disambung seri dengan reaktansi induktif 12 **Ω.**

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{5^2 + 12^2}$$

$$= \sqrt{25 + 144}$$

$$= \sqrt{169}$$

$$= 13\ \Omega$$

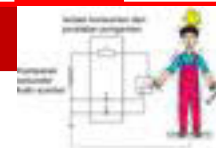
Contoh 2:

Hitung impedansi bila sebuah resistor 48 **Ω** disambung seri dengan reaktansi kapasitif 55 **Ω.**

$$Z = \sqrt{R^2 + Xc^2}$$

$$= \sqrt{48^2 + 55^2}$$

$$= \sqrt{2304 + 3025}$$



$= \sqrt{5329}$

$= 73\ \Omega$

Resistansi , induktansi dan kapasitansi pada rangkaian a.c.

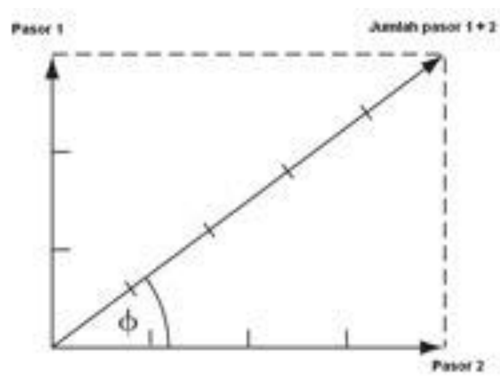
Ketika resistor disambung pada rangkaian a.c. maka arus dan tegangan berbentuk gelombang sinus, saat muncul awal mulai titik nol dan berakhir pada saat yang sama, kita katakan bahwa bentuk gelombang berada dalam fase yang sama (sefase).

Ketika induktor murni disambung pada rangkaian a.c. maka arus tertinggal terhadap tegangan sebesar sudut 90°. Ketika kapasitor murni terhubung pada rangkaian a.c. pada kejadian ini yang muncul dahulu adalah arus listrik baru kemudian pada sudut 90° diikuti tegangan listrik. Dengan kata lain pada rangkaian kapasitor yang muncul arus mendahului tegangannya sebesar sudut sudut 90°. Bentuk gelombang dengan berbagai efek dapat diamati pada CRO, dengan rangkaian diagram, bentuk gelombang dan diagram fasor untuk setiap rangkaian ditunjukkan pada Gambar 10.2.

Diagram pasor

Diagram fasor dan rangkaian a.c. adalah kombinasi yang tak terpisahkan. Diagram fasor memungkinkan kita untuk menghasilkan model atau gambar sirkit dibawah pertimbangan-timbangkan yang membantu kita untuk memahami sirkit. Pasor adalah garis lurus, memiliki panjang dan arah yang pasti, yang mewakili ukuran (magnitude) skala dan arah kuantitas seperti arus, tegangan atau impedansi. Untuk menemukan efek gabungan dari dua kuantitas tersebut kita dapat menggabungkannya dengan bentuk pasor awal dengan pasor kedua ujung-ujungnya dimulai dari titik awal yang sama. Efek gabungan dari dua kuantitas (pasor) ditunjukkan oleh pasor resultan, yang diukur dari posisi awal nol sampai pada ujung akhir pasor(sepanjang garis). Pada gambar 10.3. misalnya

dua buah pasor arus listrik yang dijumlahkan akan menghasilkan efek resultante pasor 1 dan 2.



Gambar 10.3.: Penjumlahan pasor arus 1 dan 2

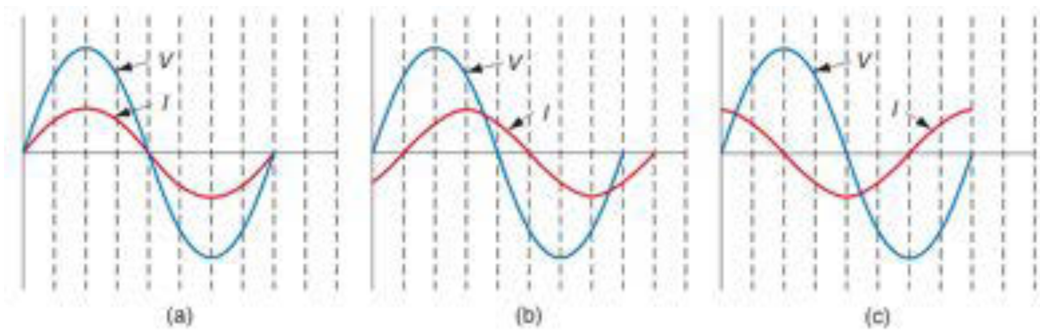
Contoh

Dua penghantar berarus listrik masing-masing 40 amper dan 30 amper pada satu rangkaian listrik a.c. Carilah berapa jumlah arus lirtrik keduanya jika arus 30 A tersebut mendahului dari arus 40 A sebesar sudut 90°. Dari penjumlahan secara phasor diperoleh resultante sebesar 50 A dan posisinya mendahului 37° mendahului terhadap arus 40 amper.

Sudut fase

Dalam rangkaian a.c. yang hanya mengandung resistensi, seperti sirkit pemanas maka tegangan dan arus sefase artinya bahwa bentuk gelombang sinus saat berawal, posisi puncak dan berakhirnya pada posisi nilai nol-nya sama, seperti ditunjukkan pada Gambar 10.4. (a). Pada rangkaian a.c. yang mengandung induktansi seperti misalnya pada motor, rangkaian lampu TL, kipas angin arus listrik sering mencapai nilai maksimum setelah tegangannya, yang berarti bahwa arus dan tegangan sudah tidak sefase lagi satu dengan lainnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.4 (b). Perbedaan fase, dapat diukur dalam derajat antara arus dan

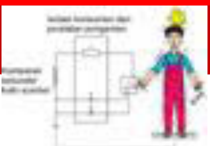
tegangan, disebut sudut fase sirkit dan dilambangkan dengan simbol θ, huruf kecil huruf Yunani phi.

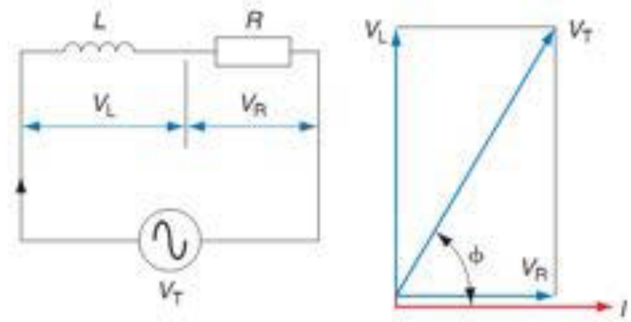


Gambar. 10.4 (a).

Ketika sirkit mengandung dua atau lebih elemen yang terpisah, seperti RL, RC atau RLC, sudut fase antara tegangan total dan arus total tidak akan menjadi 0° atau 90° tetapi akan ditentukan oleh nilai-nilai relatif resistensi dan reaktansi didalam rangkaiannya. Pada Gambar 10.5. sudut fase antara tegangan dan arus sebesar beberapa sudut θ.

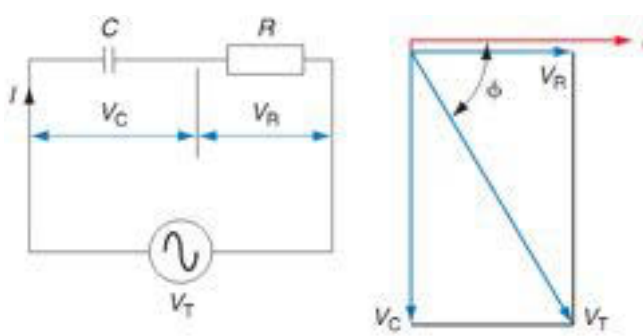
Pada rangkaian yang terdiri dari resistor dan induktor dihubungkan secara seri seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.5, saat ini arus akan mengalir melalui resistor dan induktor sehingga mengakibatkan tegangan jatuh sebesar V_R pada resistor dan tegangan jatuh V_L pada induktor. Jumlah tegangan keduanya akan sama dengan V_T yaitu tegangan totalnya. Tetapi karena ini adalah rangkaian a.c. kedua tegangan tersebut harus dilakukan penjumlahan secara pasor. Hasilnya ditunjukkan seperti pada Gambar 10.5. dimana V_R digambar dengan besaran skala dan sefase dengan arusnya dan V_L digambar dengan besaran skala dengan posisi mendahuli arus sebesar 90°. Jumlah pasor dari kedua tegangan memberi kita magnitude dan arah V_T yang mendahului arus sebesar beberapa sudut θ.



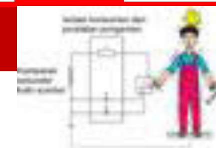


Gambar. 10.5: Rangkaian seri L dan R serta diagram phasornya

Pada rangkaian yang terdiri dari resistor dan kapasitor yang dihubungkan secara seri seperti ditunjukkan pada Gambar 10.6. Arus *I* akan mengalir melalui resistor dan kapasitor sehingga menyebabkan tegangan jatuh V_R dan V_C. Tegangan V_R akan berada pada sefase dengan arus I sedangkan V_C akan tertinggal terhadap arus sebesar 90°. Jumlah kedua pasor tegangan ini sama dengan tegangan total V_T seperti yang dapat dilihat pada Gambar 10.6. yaitu V_T tertinggal terhadap arus *I* sebesar beberapa sudut θ.



Gambar 10.6.: Rangkaian seri C dan R serta diagram phasornya



Segitiga impedansi

Bentuk umum dari diagram pasor untuk rangkaian a.c adalah segitiga impedan. Pada gambar 10.5. dan 10.6. menunjukkan pasor tegangan, tetapi kita tahu bahwa *$V_R = I.R$, $V_L = I.\ X_L$, $V_c = I.\ Xc$ dan $V_T = I \times Z$.* Pasor diagram dari gambar 10.7. (a) dan (b) harus dijumlahkan.

Pada gambar 10.7. (b) dengan menggunakan teori Phitagoras kita mendapatkan:

$$(I.Z)^2 = (I.R)^2 + (I.Z)^2$$

$$I^2.Z^2 = I^2.R^2 + I^2.X^2$$

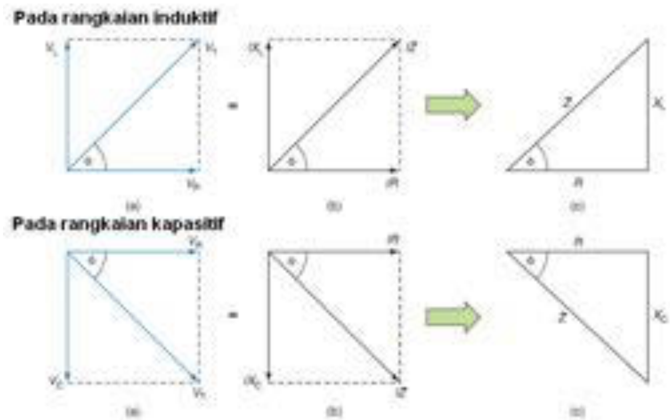
Jika kita bagi semuanya dengan I^2 kita akan memperoleh:

$$(I.Z)^2 = (I.R)^2 + (I.Z)^2$$

$$Z^2 = R^2 + X^2$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \ldots\ldots\ \Omega$$

Diagram pasor dapat disederhanakan dengan segitiga impedansi seperti pada Gambar 10.7. (c).



Gambar 10.7.: Diagram pasor dan segitiga impedansi

Contoh 1:

Kumparan 0,15 H disambung seri dengan resistor 50 **Ω** pada sumber tegangan 100V, 50 Hz. Hitunglah rekatansi kumparan dan impedansi rangkaian serta arus yang mengalir pada rangkaian.

Untuk reaktansi kumparan:

$$XL = 2\pi \text{ fL } (\Omega)$$

$$= 2 \, x \, 3{,}142 \, x \; 50 \text{ x } 0{,}15 \text{ H} \; .... (\Omega)$$

$$= 47{,}1 \; (\Omega)$$

Untuk impedansi:

$$Z \quad = \quad \sqrt{R^2 + X^2} \ldots\ldots \ \Omega$$

$$= \quad \sqrt{50^2 + 47{,}1^2} \ldots\ldots \ \Omega$$

$$= \quad 68{,}69 \ldots\ldots \ \Omega$$

Untuk arus listrik pada rangkaian:

$$I = \frac{V}{Z} \ldots\ldots \text{ amper}$$

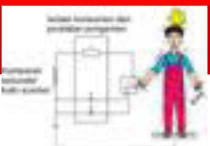
$$= \frac{100}{68{,}69} \ldots\ldots \text{ amper}$$

= *1,46 amper*.

Contoh 2:

Sebuah kapasitor 60 μF dihubungkan seri dengan sebuah resistor 100 Ω pada tegangan operasional 230 V pada 50 Hz. Hitunglah reaktansi kapasitor dan impedansi serta arus yang mengalir pada rangkaian.

Untuk reaktansi kapasitif $\quad \boldsymbol{X_c = \frac{1}{2\,\pi\,.f.C}}$



$$= \frac{1}{2 \, x \, 3{,}142 \, x \, 50 \, x \, 60 \, x \, 10^{-6}} \; ..... \; \Omega$$

$$= 53{,}05 \; \Omega$$

Untuk impedansi rangkaian:

$$Z \;=\; \sqrt{R^2 + X^2} \; ..... \; \Omega$$

$$= \sqrt{100^2 + 53{,}05^2} \; ..... \; \Omega$$

$$= 113{,}2 \; \Omega$$

Untuk arus yang mengalir

$$I = \frac{V}{Z} \; ...... \text{ amper}$$

$$= \frac{230 \text{ V}}{113{,}2 \; \Omega} \; ...... \text{ amper}$$

$$= 2{,}03 \text{ A}$$

Faktor daya (Cos θ) dan Daya

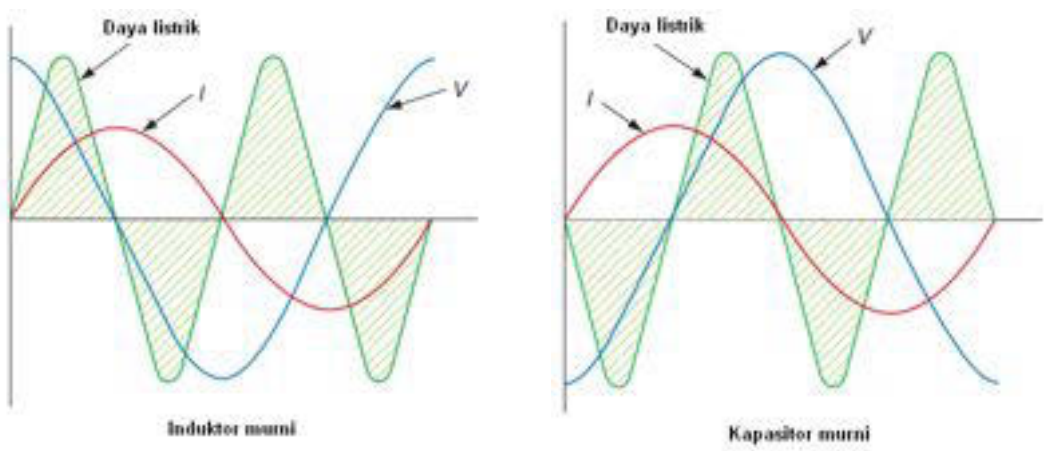
Faktor daya (pf) didefinisikan sebagai cosinus dari sudut fase antara arus dan tegangan:

p.f. = cos θ

Jika arus tertinggal terhadap tegangan seperti ditunjukkan pada Gambar. 10.5, kita mengatakan bahwa p.f. tertinggal (lagging), dan jika saat arus mendahului tegangan seperti ditunjukkan pada Gambar 10.6, maka faktor dayanya adalah dikatakan leading. Dari segitiga impedansi trigonometri ditampilkan pada sebuah Gambar 10.7. yaitu faktor daya sama dengan:

$$\text{p.f.} = \cos \boldsymbol{\theta} = \frac{R}{Z} = \frac{VR}{VT}$$

Daya listrik pada sirkit adalah produk dari nilai-nilai sesaat tegangan dan arus. Gambar 10.8. menunjukkan bentuk gelombang tegangan dan arus pada sebuah kumparan murni dan kapasitor murni. Gelombang daya diperoleh dari perkalian sesaat antara V dan I pada setiap siklus. Hal ini dapat dilihat bahwa gelombang daya listrik akan berbalik arah pada setiap siklus setiap seperempat periode, ini mengindikasikan energi sesaat pada setiap periode atau siklus secara kontinyu bergantian diumpan kedalam dan dibawa keluar oleh induktor atau pada sebuah kapasitor.



Gambar 10.8.: Gelombang daya listrik tiga fase, beban induktif dan kapasitif

Bila kit perhatikan saat siklus lebih satu dan lengkap, bagian positif dan negatif adalah sama, hal demikian menunjukkan bahwa daya rata-rata yang dikonsumsi oleh induktor murni atau kapasitor adalah nol. Hal ini menunjukkan bahwa untuk sebuah induktor dan kapasitor akan menyimpan energi pada setiap satu bagian siklus tegangan dan kembali akan mengumpannya kembali pada setiap siklus. Induktor menyimpan energi berbentuk medan magnet dan energi kapasitor bentuk medan listrik. Pada sebuah rangkaian listrik daya akan lebih banyak diambil dari sumber daripada dimasukkan kembali kedalamnya, karena beberapa daya yang hilang oleh adanya resistensi pada rangkaian. Oleh karena itu:

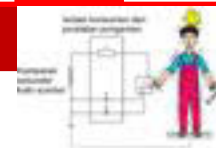
$$P = I \times R^2 \text{ ..... (Watt)}$$

Pada setiap rangkaian d.c. daya yang dikonsumsi berasal dari produk antara tegangan dan arus, karena dalam tegangan dan arus d.c. rangkaian berada dalam sefase. Pada rangkaian a.c. daya yang dikonsumsi berasal dari produk antara arus dan bagian tegangan yang sefase dengan arus. Komponen yang mempunyai karakteristik tegangan sefase diperoleh dari $V \cos \theta$, sehingga daya juga dapat diperoleh denganpersamaan:

$$P = V \times I \times \text{Cos}\ \theta \text{ ...... } (Watt)$$

Contoh1:

Sebuah resistor 30 Ω dengan reaktansi 40 Ω bila disambung pada tegangan sumber 220 V. Hitunglah impedansi, arus dan daya listrik yang ada.



Untuk impedansi berlaku Z = $\sqrt{R^2 + X^2}$ ..... **Ω**

= $\sqrt{30^2 + 40^2}$ ..... **Ω**

= 50 Ω.

Untuk arus yang mengalir: *I* = $\frac{V}{Z}$ …… amper

I = $\frac{220\ V}{50\ \Omega}$ …… amper

I = *4,4 amper*



Gambar 10.9.:
Cos θ menunjuk lagging.

Untuk faktor daya:

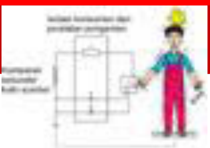
p.f. = cos **θ** = $\frac{R}{Z}$

p.f. = $\frac{R}{Z}$ = $\frac{30\ \Omega}{50\ \Omega}$ = 0,6.

Artinya (p.f.= + 0,6) beban induktif arus tertinggal (lagging) terhadap tegangannya.

Untuk Daya:

P = V x I x Cos *θ …… (Watt)*



$= 220\text{ V} \times 4{,}4 \times 0{,}6$ …… *(Watt)*

$= 580{,}8$ *Watt.*

Contoh 2:

Reaktansi kapasitif sebesar 12 **Ω** dihubungkan seri dengan resistor 9 **Ω** pada tegangan sumber 220 V. Hitunglah impedansi, arus dan dayanya.

Untuk impedansi rangkaian:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \text{ ..... } \Omega$$

$$= \sqrt{9^2 + 12^2} \text{ ..... } \Omega$$

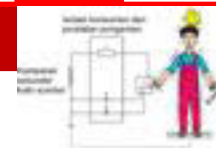
$$= 15\ \Omega$$

Untuk arus listriknya:

$$I = \frac{220\ V}{15\ \Omega} \text{ ...... amper}$$

$$= 14{,}67 \text{ amper}$$

Untuk daya listriknya adalah:



p.f. = cos **θ** $= \frac{R}{Z}$

= cos **θ** $= \frac{9}{14{,}57}$

= 0,612.

Artinya (p.f.= - 0,612) beban kapasitif, arus mendahului (leading) terhadap tegangannya V.

Sedangkan untuk daya listrik:

P = V x I x Cos *θ …… (Watt)*

P = 220 x 14,67 x 0,612 *…… (Watt)*

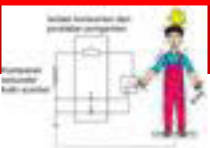
P = 1993,6 Watt.

Contoh 3:

Tegangan sumber sebesar 220 V memasok 3 buah beban sebesar 1,84 kW dengan faktor daya masing-masing: 1, 0,8 dan 0,4. Hitunglah arus pada masing-masing p.f. tersebut.

Arus listrik yang mengalir,pada Cos *θ = 1, P = V x I x Cos θ …… (Watt)*

$I = \frac{P}{V\ Cos\theta}$



$$I = \frac{1840}{220\,x\,\,1} = 8{,}36 \text{ amper}$$

Untuk cos θ= 0,8 maka, $I = \frac{1840}{220\,x\,\,0{,}8} = 10{,}45 \text{ amper}$

Untuk cos θ= 0,4 maka, $I = \frac{1840}{220\,x\,\,0{,}4} = 20{,}9 \text{ amper}$

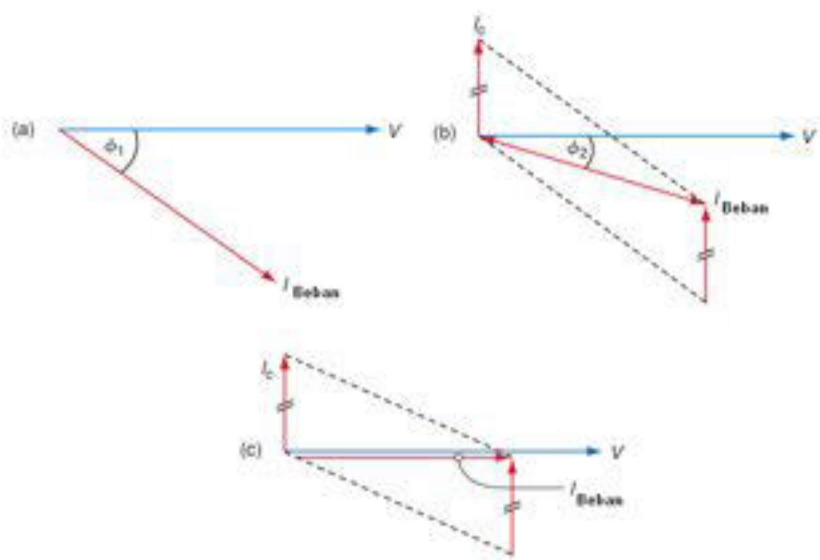
Adalah sangat menarik pada beban dengan vareasi factor kerja diatas, dengan beban masing-masing sebesar 1840 Watt dan faktor daya berbeda maka akan sangat mempengaruhi besar arus listrik yang mengalir. Untuk pemilihan kabel pada kondisi ini sangat signifikan perbedaannya. Oleh karena itu kepada para teknisi atau insinyur perencana jaringan seyogyanya selalu disertai perencanaan perbaikan power faktor yang nilainya dibawah angka 0,8 karena akan sangat mempengaruhi sekaligus merugikan biaya pinaltinya bila p.f kurang dari nilai tersebut.

Perbaikan p.f.

Kebanyakan instalasi listrik memiliki faktor daya rendah, karena secara alamiah sifat beban induktif. Sebuah kapasitor memiliki efek sebaliknya bila disbanding dengan induktor. Sehingga masuk akal jika pada jaringan instalasi kita pasang sebuah kapasitor atau kapasitor bank untuk memberikan kompensasi adanya beban yang mempunyai factor dayanya rendah akibat dari jenis beban yang terpasang, misalnya: motor, lampu tabung, kipas angin, AC dan lainnya.

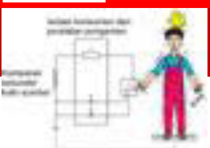
Pada Gambar 10.10 (a) menunjukkan beban industri dengan faktor daya yang rendah dengan pergeseran sudut fase antara *V* dan *I* beban sebesar *Φ1*. Jika

kapasitor dihubungkan secara paralel dengan beban, arus *Ic* pada kapasitor akan mengarah mendahului tegangan V sebesar 90°. Ketika arus kapasitor ini dijumlahkan dengan arus beban (sebelum dipasang kapasitor) secara vektoris seperti yang telah ditunjukkan pada Gambar 10.10. (b) arus beban yang dihasilkan memiliki banyak peningkatan faktor daya misalnya pergeseran sudut fase menjadi $\Phi 2 < \Phi 1$, termasuk besarnya I beban semakin pendek atau berkurang. Namun, jika menggunakan kapasitor yang sedikit lebih besar, maka arus *I* beban dapat didorong mendekati sefase dengan gasris tegangan *V* seperti dapat terlihat pada Gambar 10.10.: (c).



Gambar 10.10.: Perbaikan factor daya oleh kapasitor

Dalam memberikan perbaikan faktor daya pada beban industri, kapasitor dapat dirangkai pada busbar utama. Tetapi kapasitor yang lebih kecil dimungkinkan juga dirangkaikan langsung pada beban masing-masing seperti misalnya pada peralatan TL.



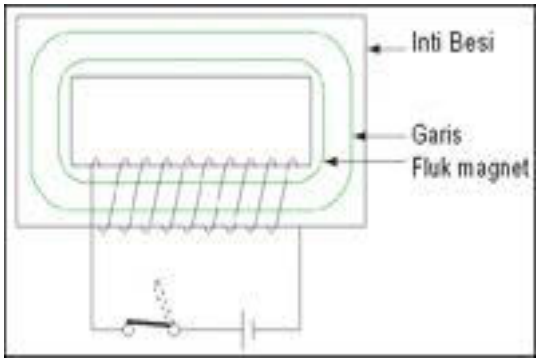
Mesin listrik

Semua mesin listrik beroperasi pada prinsip-prinsip magnetisme. Dasar aturan magnet termuat dalam bab sebelumnya. Disini kita akan membahas beberapa hukum magnet karena sinkron untuk mesin listrik, seperti generator, motor dan transformer. Sebuah konduktor yang mengalirkan arus akan menimbulkan medan magnet listrik disekitar konduktor, nilainya akan sebanding dengan arus yang mengalir. Ketika magnet berinteraksi dengan medan magnet lainnya, maka kekuatan yang diberikan akan dijelaskan sebagai prinsip-prinsip dasar motor listrik. Michael Faraday telah mempresentasikan energi listrik pada 29 Agustus 1831 yang dapat dihasilkan oleh magnet. Dia menyatakan bahwa, ketika sebuah konduktor memotong atau dipotong oleh medan magnet maka selanjutnya akan mengakibatkan ggl meng-induksi (terpengaruh) pada konduktor tersebut. Besarnya ggl induksi tersebut sebanding dengan laju atau kecepatan medan magnet memotong konduktor. Prinsip dasar ini yang mendasari hukum pembangkit listrik dimana medan magnet yang bergerak memotong kawat kumparan atau sebuah kumparan yang digerakan disekitar medan magnet paka pada kumparan tersebut akan menghasilkan gaya gerak listrik.

Untuk pembangkit listrik skala besar konstruksinya medan magnet berputar didalam kumparan yang diam.

Induksi diri dan induksi mutual

Jika sebuah kawat kumparan dililitkan pada inti besi seperti ditunjukkan pada Gambar 10.11. kemudian sakelarnya ditutup, maka kumparan akan dialiri arus listrik. Arus listrik pada kumparan tersebut selanjutnya akan memngkitkan medan magnet listrik disekitar kumparan dimana garis gaya magnetnya melewati inti besi.

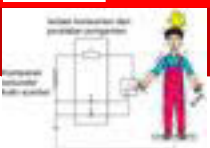


Gambar 10.11.: Kumparan induktif atau *choke* (tercekik)

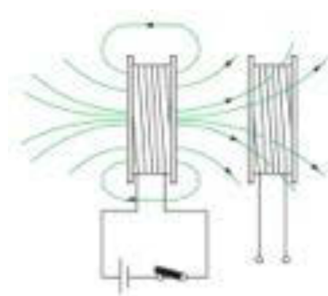
Ketika kemudian saklar dibuka arus berhenti mengalir dan oleh karena itu, fluks magnetik magnet akan hilang. Tetapi dengan terbukanya sakela tersebut akan mengakibatkan terjadi induksi diri pada kumparan. Artinya, fluks magnet yang tersisa akan menginduksi pada kumparan sehingga muncul tegangan pada kontak sakelar yang kemudian disebut dengan tegangan induksi diri. Kejadian ini berlaku pada semua kumparan, jika semula kumparan berarus dan tiba-tiba putus maka akan timbul tegangan tersebut. Satuan induksi adalah Henry (simbol H), label ini untuk memperingati karya fisikawan Amerika Joseph Henry (1797-1878). Dan pada rangkaian terjadi proses induksi sebesar 1 Henry ketika ggl 1 volt diinduksikan pada sirkit oleh perubahan arus sebesar 1 ampere per detik.

Ballast lampu tabung (TL) mengandung kumparan *choke* atau rangkaian induktif yang diasambung secara seri dengan tabung dan lampu starter. Lampu starter sebagai fungsi sakelar on dan off sangat cepat sehingga menyebabkan perubahan arus yang cepat menginduksi tegangan besar pada elektroda tabung sehingga cukup kuat meloncatkan busur elektron didalam tabung. Loncatan elektron inilah yang menyebabkan tabung menyala dan akhirnya berpendar kesegala arah.

Peristiwa lain, ketika dua kumparan yang terpisah ditempatkan saling berdekatan jika satu kumparan diberi tegangan, maka akan menimbulkan fluks magnet listrik. Karena didekatnya ada kumparan maka pada kumparan lain tersebut akan



menangkap medan magnet. Kumparan yang memotong medan magnet ini akan mengakibatkan adanya gaya gerak listrik atau tegangan induksi. Peristiwa induksi pada dua kumparan inilah merupakan prinsip kerja transformator yang nanti akan dibahas dibawah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.12.



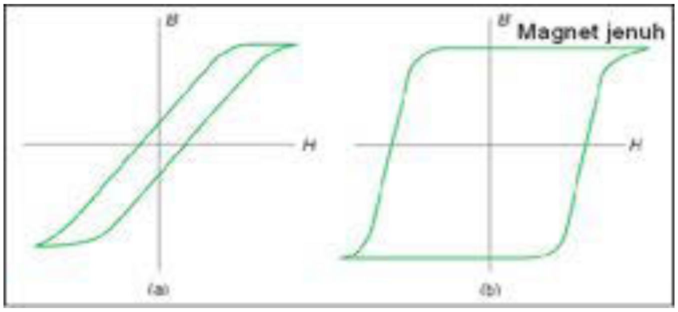
Gambar 10.12.: Dua kumparan saling menginduksi

Induksi mutual 1 henry antar kumparan bilamana arus sebesar 1 amper per detik pada suatu kumparan menghasilkan ggl 1 volt pada kumparan lain.

Beasarnya induksi tergantung pada perubahan fluk magnet dan jumlah lilitannya.

Kadar energi pada medan magnet

Ketika kita membuka sakelar pada rangkaian induktif misalnya pada motor listrik atau pada lampu tabung saat arus diputus terjadi induksi diri dan terjadi busur listrik pada sakelar yang terbuka arahnya berlawanan dengan arah arus semula. Busur listrik inilah energi yang tersimpan akibat adanya magnet yang tersisa pada kumparan tersebut.



Gambar 10.13.:

Histerisis magnet, (a) bahan elektromagnet dan (b) bahan magnet permanen

Histeresis magnet

Ada berbagai jenis bahan dibuat untuk sebuah magnet dan semua akan dapat merespon magnet berbeda-beda. Beberapa bahan dengan mudah dipengaruhi magnet sementara beberapa yang lain sulit untuk dipengaruhinya. Beberapa bahan dapat mempertahankan kemagnetan mereka, sementara yang lain justru kehilangan. Perbedaan keduanya dapat dilihat seperti grafik yang ditunjukkan pada Gambar 10.13. yang kemudian disebut rangkaian histerisis (hysteresis Loop). Bilamana inti besi menjadi magnet seperti halnya trafo maka akan kehilangan energi setiap siklusnya

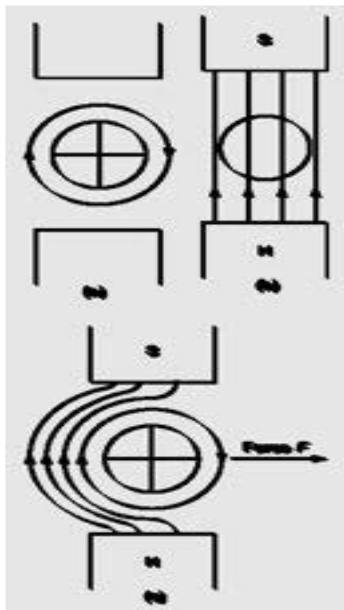
Motor arus searah

Semua motor listrik bekerja pada prinsip bahwa ketika konduktor dialiri arus listrik dan ditempatkan didaerah medan magnet maka akan membangkitkan gaya.

Motor listrik akan menggunakan kekuatan magnet ini untuk mempuntir (memutar) poros dari motor listrik. Mari kita mencoba untuk memahami tindakan ini. Jika konduktor yang membawa arus ditempatkan ke bidang magnet permanen seperti ditunjukkan pada Gambar. 10.14. (c) gaya *F* akan diberikan pada konduktor untuk

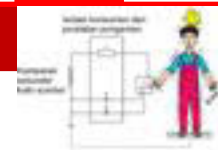
mendorongnya keluar dari medan magnet *B*. Untuk memahami gaya ini, marilah kita memperhatikan setiap medan magnet secara mandiri.

Gambar 10.14. (a) menunjukkan medan magnet yang timbul disekitar penghantar dan Gambar 10.14. (b) menunjukkan medan magnet karena adanya dua magnet permanen U dan S sedangkan konduktor yang tidak berarus ditempatkan diantara medan magnet permanen tersebut.



Gambar 10.14.: Gaya *F* kumparan disekitar medan magnet

Gambar 10.13 (c) menunjukkan efek gabungan dari medan magnet yang terjadi gangguan karena garis fluks magnetik tidak bisa menyeberang (menembus) penghantar, tapi berperilaku seperti karet gelang menggeliat, selalu berusaha untuk mencari jarak terpendek antara kutub utara menuju selatan,maka gaya *F* bekerja pada konduktor, mendorongnya keluar dari medan magnet permanen. Ini adalah prinsip dasar motor, dan gaya *F* tergantung pada kekuatan medan magnet



B, besarnya arus yang mengalir pada konduktor *I* dan panjang konduktor ℓ dimana padanya akan dikitari medan magnet sepanjang penghantarnya. Persamaan berikut mengungkapkan hubungan ini:

$$F = B\,I\,\ell \quad \ldots\ldots\ldots \quad (Newton)$$

dimana:

B adalah medan magnet dalam tesla, *I* adalah arus dalam amper, ℓ adalah panjang penghantar dalam meter, dan *F* gaya dalam newton.

Contoh:

Sebuah kumparan yang terdiri dari konduktor panjang sekitar 15 m, terletak di sudut sisi kanan pada magnet dengan kekuatan 5 T. Hitung gaya pada konduktor ketika arus mengalir dalam kumparan sebesar 15 A.

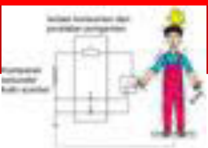
$$F = B\,I\,\ell \quad \ldots\ldots\ldots \quad (Newton)$$

$$F = 5T \times 15\ A \times 15\ meter \quad \ldots\ldots \quad (Newton)$$

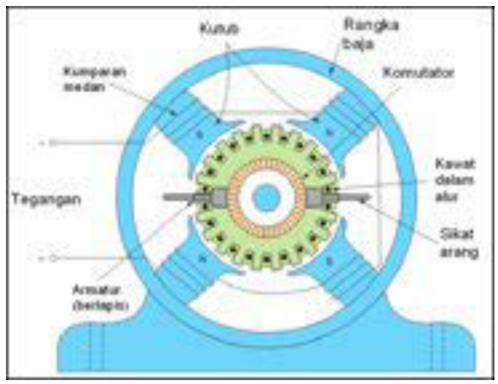
$$F = 1125\ Newton.$$

Motor d.c. parktis

Motor d.c. praktis dibangun seperti ditunjukkan pada Gambar 10.15. Semua motor d.c. mempunyai kumparan medan pada batang kutub yang melekat pada rangka



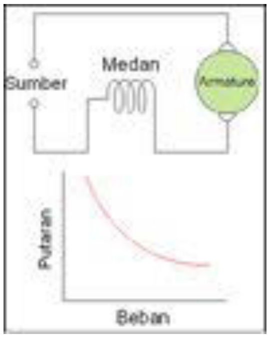
baja (badan motor). Kumparan dinamo (rotor) berputar diantara kutub yang terhubung pada komutator. Kontak dengan sirkit eksternal dilakukan melalui sikat karbon(sikat arang) bergesek dengan segmen pada komutator. Motor arus searah diklasifikasikan dengan cara dimana kumparan medan dan kumparan angker tersambung baik dalam seri atau paralel.



Gambar 10.15.: Konstruksi motor d.c.

Motor d.c. seri

Kumparan medan dan kumparan angker yang tersambung secara seri mengakibatkan arus yang mengalir melalui kedua kumparan besarnya sama. Motor seri memiliki karakteristik torsi awal tinggi namun untuk kecepatan sangat bervariasi tergantung dari bebannya. Gambar 10.16. menunjukkan koneksi motor seri dan karakteristik. Dengan alasan karekteristik, motor hanya cocok dipakai kopling langsung kesuatu beban, kecuali pada motor yang sangat kecil, seperti penyedot debu dan bor tangan, dan sangat ideal untuk aplikasi dimana mesin harus start saat berbeban, seperti pada kereta listrik, crane dan kerekan.



Gambar 10.16.: Rangkaian motor seri dan karakteristik

Pembalikan rotasi dapat dicapai dengan membalikkan koneksi pada salah satu kumpara medan atau kumparan angker tetapi tidak boleh keduanya. Karakteristik ini berarti bahwa mesin akan berjalan pada dua sistem a.c. atau d.c. oleh karena itu, kadang-kadang motor seri disebut sebagai motor universal, bisa operasi a.c. atau d.c.

Motor a.c. tiga fase

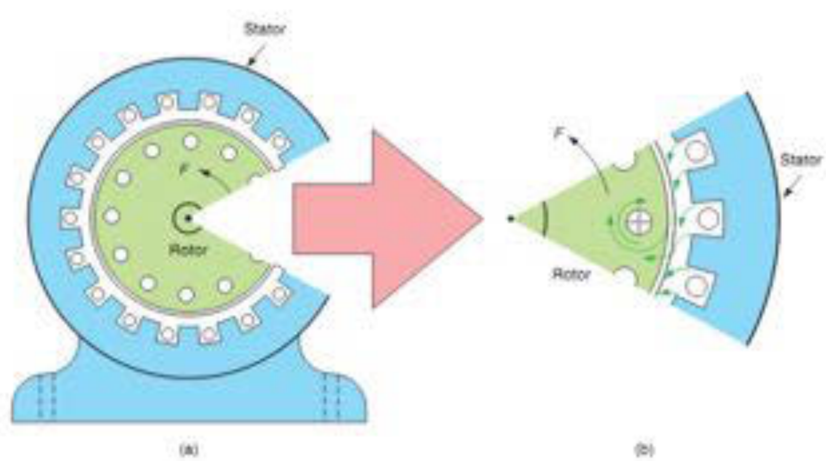
Jika sumber tiga fase terhubung pada tiga kumparan yang saling terpisah dan didistribusikan disekitar bagian stasioner atau stator dari mesin listrik ini, arus bolak-balik mengalir pada kumparan sehingga menimbulkan fluks magnetic listrik. Medan magnet yang dibentuk oleh arus tiga fase mengalir disekitar bagian stator sehingga akan membangun adnya fluks magnetik yang berputar, menciptakan gaya magnet (puntir) pada rotor atau poros motor.

Motor induksi tiga fase

Ketika pasokan listrik tiga fase terhubung pada set kumparan terisolasi pada slot atau alur pada permukaan bagian dalam dari bagian stator atau stasioner motor induksi seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 10.17 (a), menghasilkan fluks magnet yang berputar. Putaran fluks magnet akan memotong konduktor pada rotor

sehingga menginduksi ggl pada konduktor rotor sesuai dengan hokum Faraday. Faraday menyatakan bahwa ketika konduktor memotong atau dipotong oleh medan magnet, ggl akan menginduksi pada kumparan tersebut, besarnya akan sebanding dengan banyak konduktor yang terpotong atau dipotong oleh fluks magnetik. Ggl f ini akan menyebabkan arus rotor mengalir dan membentuk fluks magnetik yang bereaksi dengan fluks stator sehingga akan menyebabkan gaya *F* diberikan pada konduktor rotor selanjutnya gaya tersebut akan memutar rotor seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 10.17 (b).

Gaya puntir atau torsi yang dialami oleh rotor diproduksi oleh adanya ggl induksi pada kumparan rotor karena gerak relative (sinkron) antara puataran kumparan dan putaran medan. Torsi akan menghasilkan rotasi dengan arah yang sama dengan putaran medan magnet.



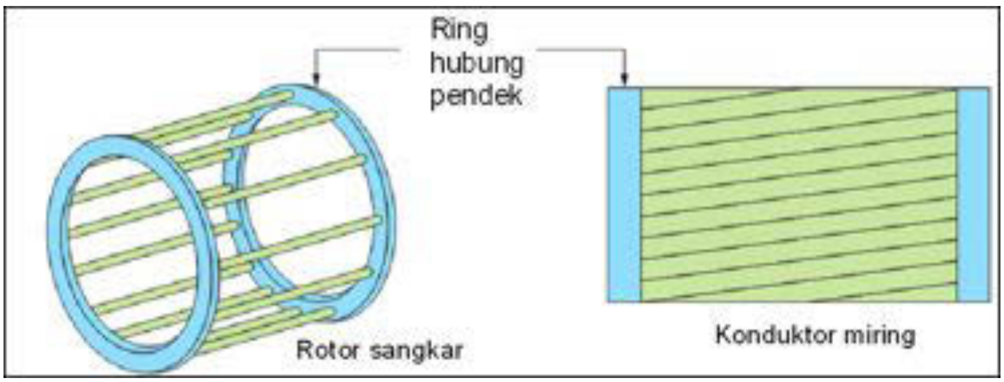
Gambar 10.17.: (a) Konstruksi motor dan (b) Gaya *F*

Konstruksi rotor

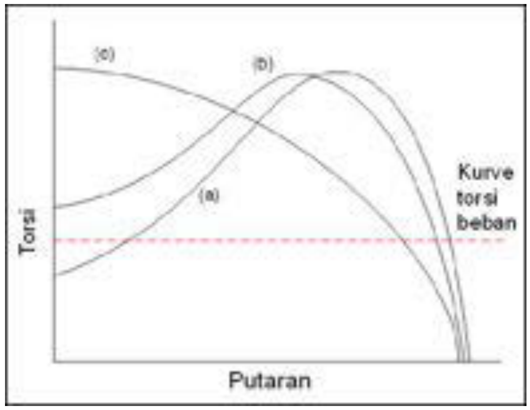
Ada dua jenis rotor motor induksi, rotor lilit dan rotor sangkar. Rotor sangkar terdiri dari sebuah silinder baja silikon berlapis-lapis dengan tembaga atau aluminium yang ditempatkan pada lubang atau alur miring sekeliling silinder dan dua buah ring

hubung singkat pada setiap ujung silinder seperti ditunjukkan pada Gambar 10.18. Pada motor kecil rotor dikemas dengan bahan aluminium tuang. Karakternya lebih baik saat start dan lebih tenang berputar, masalah ini dapat dicapai jika alumunium atau tenmbaga telanjang tersebut dipasang hanya sedikit miring. Jenis rotor ini sangat kuat dan karena itu tidak ada sambungan eksternal sehingga tidak perlu cincin atau sikat arang.

Sebuah mesin dengan rotor sangkar tidak akan ada efek walaupun torsi awalnya motor rendah sehingga mesin harus dipilih yang memiliki torsi awal yang lebih tinggi dari pada bebannya, seperti yang ditunjukkan oleh kurva (b) pada Gambar 10.19.



Gambar 10.18.: Konstruksi rotor sangkar



Gambar 10.19.: Karakteristik torsi motor

Sebuah mesin dengan karakteristik yang ditunjukkan oleh kurva (a) pada Gambar 10.18. motor tidak akan mau berputar ketika torsi beban lebih besar dari torsi awal mesin. Atau beban dapat dihubungkan setelah motor telah berjalan dan mencapai kecepatan penuh.

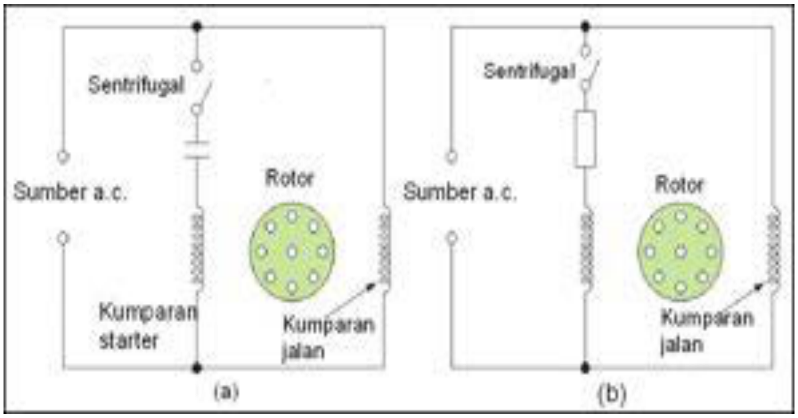
Rotor lilit terdiri dari sebuah silinder baja silikon berlapis-lapis dan kumparan tembaga tertanam dalam slot keliling silinder. Kumparan mungkin dapat disambung dalam rangkaian bintang atau delta dan ujung sambungan dibawa keluar melalui cincin yang dipasang pada poros atau as motor. Disambung pada sikat karbon selanjutnya dapat dibuat tambahan resistensi eksternal untuk memperbaiki saat starting motor.

Motor sangkar induksi memiliki torsi awal yang kecil sehingga harus digunakan dengan beban yang ringan atau mulai dengan tanpa beban saat starting motor. Kecepatan putar hampir konstan. Aplikasi untuk mesin kecepatan konstan seperti pada kipas dan pompa. Pembalikan rotasi dapat dicapai dengan membalikkan koneksi pada dua kumparan stator.

Motor a.c. fase tunggal

Sebuah motor a.c. fase tunggal jika diberi tegangan pasokan akan menghasilkan pulsa medan magnet saja, bukan medan magnet putar yang dihasilkan oleh pasokan tiga fase. Semua motor a.c. membutuhkan medan putar untuk memulai. Oleh karena itu, motor a.c. fase tunggal memiliki dua kumparan yang dipisahkan oleh sudut listrik sekitar 90°. Dua kumparan dikenal sebagai *"start winding"* yaitu kumparan untuk awal putar dan *"run winding"* yaitu kumparan tersambung selama motor beroperasi. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus yang mengalir melalui kumparan fase menciptakan medan putar dan membalik gaya yang dibutuhkan untuk memulai putaran motor. Setelah motor berotasi, pulsa medan pada kumparan *"run winding"* cukup untuk dapat mempertahankan rotasi dan *"start winding"* terputus oleh adanya sakelar sentrifugal yang beroperasi ketika motor telah mencapai sekitar 80% dari kecepatan beban penuh.
Sebuah rotor sangkar digunakan pada motor a.c. fase tunggal, gaya balik yang diproduksi seperti yang telah dijelaskan sebelumnya untuk motor induksi tiga fase dan ditunjukkan pada Gambar 10.17. Karena kedua kumparan mengalirkan arus yang berada diluar fase satu sama lain, motor ini dikenal sebagai motor split fase. Tahap perpindahan antara arus didalam kumparan dicapai melalui salah satu dari dua cara:

1) dengan menghubungkan kapasitor secara seri dengan *"start winding"*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 10.20 (a), yang memberikan 90° listrik perbedaan fase antara arus pada *"start winding"*, dan *"Run winding"*;
2) dengan merancang *"start winding"*, untuk memperoleh resistensi yang besar dan *"Run winding"*, untuk memperoleh induktansi tinggi, sekali lagi pergeseran fase 90° dapat dihasilkan antara arus pada masing-masing kumparan seperti ditunjukkan pada Gambar. 10.20 (b).

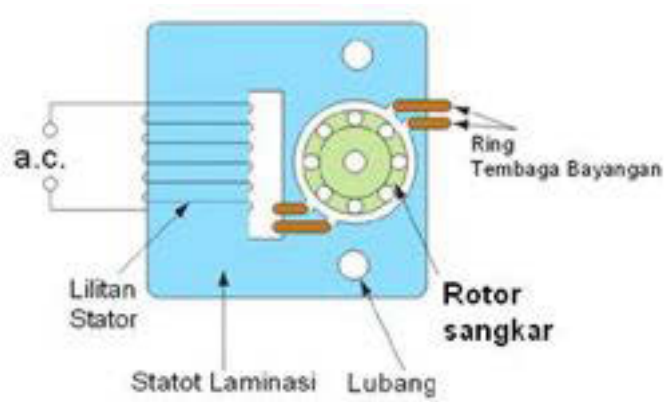


Gambar 10.20.:Motor kapasitor terpisah dan resistor terpisah

Ketika motor pertama kali di-on-kan, sakelar sentrifugal tertutup dan medan magnet dari kedua kumparan menghasilkan gaya balik yang diperlukan untuk menjalankan rotor hingga kecepatan penuh. Ketika motor mencapai sekitar 80% kecepatan penuh, saklar sentrifugal berbunyi “klik” sakelar terbuka dan mesin terus berjalan pada fluks magnet yang diciptakan oleh *“Run winding”* saja. Karakter motor split-fase adalah kecepatan mesin konstan dengan torsi awal yang rendah sehingga digunakan pada beban ringan seperti kipas, pompa, lemari es dan mencuci mesin. Pembalikan rotasi dapat dicapai dengan membalik sambungan pada *“Run winding” atau “Start winding”*, tapi tidak keduanya.

Motor shaded pole

Motor shaded pole atau motor kutub bayangan adalah sederhana, motor kokoh satu fase, cocok untuk mesin yang sangat kecil dengan nilai kurang dari sekitar 50 W. Gambar 10.21 menunjukkan motor shaded pole. Memiliki rotor sangkar pada stator dengan tembaga pejal atau cincin kuningan, disebut cincin shading yang mana berfungsi untuk menggantikan medan magnet dan menciptakan pergeseran fase buatan.



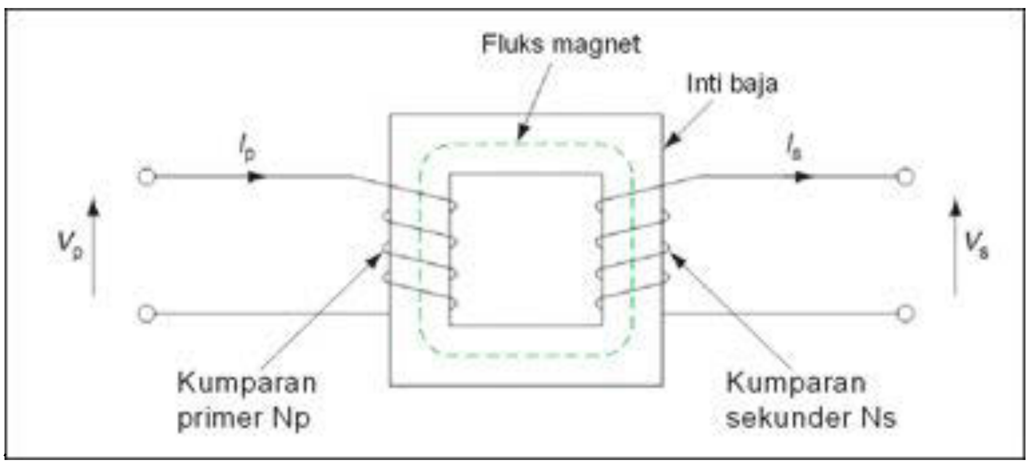
Gambar 10.21.: Motor shaded pole

Motor shaded pole mempunyai kecepatan mesin konstan dengan torsi awal sangat rendah maka banyak digunakan pada beban yang sangat ringan seperti kipas oven dan kipas pemanas listrik. Pembalikan rotasi secara teoritis dapat dengan memindahkan cincin shading pada sisi berlawanan dengan permukaan kutub stator. Namun, dalam prakteknya hal demikian bukanlah proses yang sederhana, seperti motor lain simetris. Kadang-kadang lebih mudah dalam membalikkan rotor dengan hanya melepas baut dan membalikkan seluruh motor. Ada beberapa motor beroperasi dengan pasokan fase tunggal. Sebagian besar operasi motor dengan daya rendah seperti penggunaan motor kecil pada mesin domestik dan bisnis dimana motor tersebut yang paling umum dengan pasokan tegangan fase tunggal.

Transformer

Transformator adalah sebuah mesin listrik yang berfungsi untuk memindahkan daya listrik dari kumparan primer ke kumparan sekunder. Sedangkan penggunaannya untuk mengubah nilai tegangan bolak-balik. Trafo ini ukurannya bervareasi mulai unit miniatur yang digunakan pada rangkaian elektronik hingga transformator dengan kapasitas daya besar digunakan di pembangkit listrik. Sebuah trafo hanya akan bekerja ketika tegangan pasokannya bolak-balik. Sebaliknya trafo tidak akan biasa bekerja dengan pasokan tegangan d.c. seperti baterei. Sebuah transformator, seperti ditunjukkan pada Gambar 10.21. terdiri dari dua kumparan, yang disebut

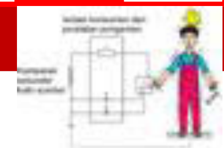
primer dan kumparan sekunder dimana antara satu kumparan dengan lainnya terisolasi tetapi lilitannya pada inti baja yang sama. Sebuah tegangan bolak ***Vp*** bila dicatukan pada kumparan primer maka akan menghasilkan arus listrik primer ***Ip***, selanjutnya menyebabkan timbulnya sebuah fluks magnet bolak keseluruh inti. Fluks magnet ini menginduksi ggl pada kumparan sekunder, seperti yang dijelaskan oleh Faraday yang mengatakan bahwa ketika konduktor dipotong oleh medan magnet, maka pada kumparan tersebut akan terinduksi ggl atau akan timbul tegangan ***Vs*** pada kumparan sekundernya.



Gambar 10.22.: Diagram Transformator

Karena kedua kumparan dihubungkan oleh fluks magnet yang sama, ggl induksi setiap liltan akan menjadi sama untuk kedua kumparan tersebut. Oleh karena itu, ggl keduanya sebanding dengan jumlah lilitan atau gulungan. Dalam simbol:

$$\frac{Vp}{Np} = \frac{Vs}{Ns}$$



dimana:

Vp adalah tegangan primer

Vs adalah tegangan sekunder

Np adalah banyaknya lilitan primer

Ns adalah banyaknya lilitan sekunder

Jadi, untuk perbandingan antara sisi primer dan sisi sekunder dapat dibuat formulanya sebagai berikut:

$$\frac{Vp}{Vs} = \frac{Np}{Ns}$$

Contoh:

Sebuah transformator pencahayaan tegangan 230 V diturunkan menjadi 12 V, primer terdiri dari 800 lilitan. Hitung jumlah lilitan sekunder yang diperlukan.

Dari persoalan diatas diketahui:

Vp = 230 V

Vs = 12 V

Np = 800

Ditanya *Ns*

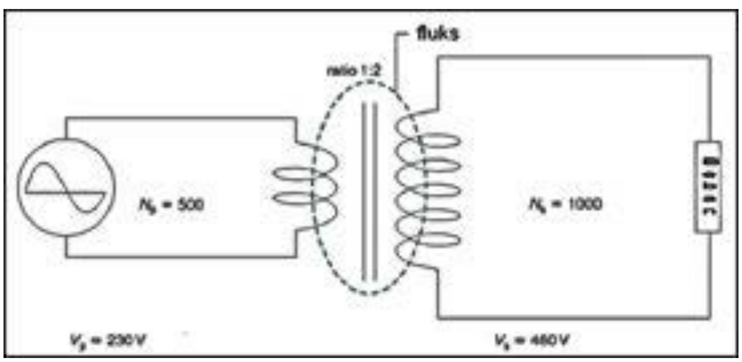
$$\frac{Vp}{Vs} = \frac{Np}{Ns} \quad \text{untuk} \quad Ns = \frac{Vs\ x\ Np}{Vp}$$

$$Ns = \frac{12\ x\ 800}{230}$$

Ns = 41,7 lilit , diambil 42 lilit.

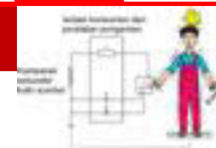
Jenis transformator

1. *Transformers step down* digunakan untuk menurunkan tegangan output, sering dipakai untuk alasan keamanan. Gambar 10.22 menunjukkan trafo penurun tegangan. Kumparan primer memiliki dua kali lebih banyak lilitan dibandingkan dengan kumparan sekunderdengan rasio 1:2 dan karena itu tegangan sekunder besar tegangannya hanya separoh dari tegangan primer.



Gambar 10.23.: Trafo step down

2. *Step up Transformers,* digunakan untuk menaikkan tegangan output. Listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik dinaikan yang berguna untuk



distribusi atau transmisi . Gambar 10.23. menunjukkan trafo step up, dimana kumparan primer hanya memiliki setengah jumlah dari lilitan sekunder. Rasio lilitannya adalah 1:2 dan karena itu tegangan sekunder adalah dua kali lipat dari tegangan primer.

Instrumen trafo banyak digunakan pada industri dan perdagangan sehingga besarnya arus dan tegangan dapat diukur dengan instrumen listrik skala kecil.

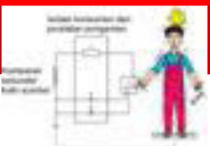
3. *Trafo arus*

   Current transformer (CT) memiliki kapasitas arus beban besar yang terrangkai pada sebagai primer dari transformator dan amper-meter dihubungkan pada gulungan sekundernya. Amper-meter dikalibrasi untuk menguji apakah perbandiangan rasio yang tertulis pada transformator sesuai dan benar. Sehingga, amper-meter dapat menampilkan arus yang sebenarnya dari beban walaupun amper-meter sebenarnya hanya mengambil kecil proporsi arus beban.

Sebuah trafo tegangan (atau VT) yaitu tegangan utama suplai terhubung pada kumparan primer dari transformator dan voltmeter terhubung pada kumparan sekunder. Voltmeter dikalibrasi untuk memperhitungkan rasio kumparan transformator, sehingga voltmeter dapat menunjukkan tegangan pasokan yang sebenarnya.

4. *Trafo lilitan terpisah tegangan ekstra rendah*

   Jika kumparan primer dan kumparan sekunder dari sebuah transformator luka ganda memiliki koneksi terpisah ke bumi, maka output dari transformator adalah efektif terisolasi dari input karena satu-satunya hubungan antara primer dan kumparan sekunder adalah fluks magnet pada inti transformator.



Demikian transformator lilitan terpisah akan memberikan pasokan listrik sangat aman untuk peralatan mandi seperti soket alat cukur dan beberapa sumber tegangan aman dapat dipasok melalui soket, bahwa semua yang disediakan sudah pasti dapat memuaskan dengan mensyaratkan semua memenuhi aturan keamanan seperti komponen harus tahan masuknya air, kelembaban, perlindungan IP sesuai dan konstruksinya kuat.

Perlengkapan lampu fluoresen

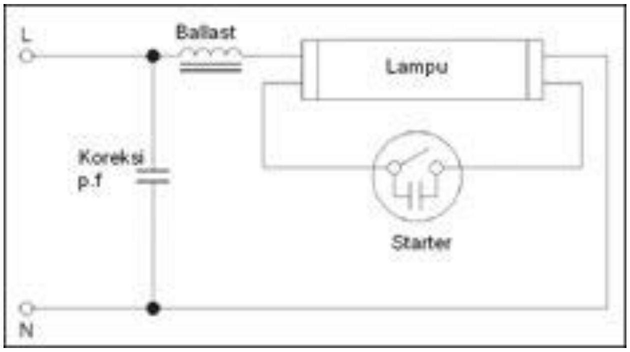
Luminer adalah peralatan yang mendukung lampu listrik dan mendistribusikan atau menyebarkan cahaya yang diciptakan oleh lampu. Pada dasarnya semua disain perlengkapan adalah untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang sesuai. Lampu adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi cahaya. Tersedia banyak jenis lampu. Pencahayaan lampu layanan umum (GLS) dan lampu halogen tungsten menggunakan kawat filamen yang sangat panas untuk menciptakan cahaya dan sebagainya lampu juga menjadi sangat panas bila digunakan. Tabung neon beroperasi pada prinsip loncatan lektron, yaitu, eksitasi gas dalam tabung gelas. Mereka lebih dingin dalam operasi dan sangat efisien dalam mengubah listrik menjadi cahaya. Mereka membentuk prinsip dasar lampu energi yang paling efisien. Lampu neon adalah tabung busur linier, didalamnya dilapisi dengan bubuk neon, mengandung sedikit uap merkuri tekanan rendah dan gas argon. Konstruksi lampu tabung seperti ditunjukkan pada Gambar 10.24.



Gambar 10.24.: Konstruksi lampu fluoresen

Dengan adanya loncatan arus melalui filament elektroda tabung menghasilkan loncatan elektron yang akan mengionisasi uap merkuri dan argon didalam tabung, tumbukan-tumbukan uap merkuri akan menghasilkan cahaya ultraviolet yang tak terlihat dan beberapa cahaya biru. Bubuk neon pada bagian dalam lapisan dalam tabung gelas sangat sensitif terhadap sinar ultraviolet dan akan mengkonversi radiasi menjadi cahaya terang.

Perlengkapan lampu fluoresen memerlukan rangkaian listrik sederhana untuk pencatu ionisasi gas dalam tabung dan perangkat untuk mengontrol arus setelah busur terpicu dan lampu menyala. Rangkaian lampu tabung dapat dilihat pada Gambar 10.25.

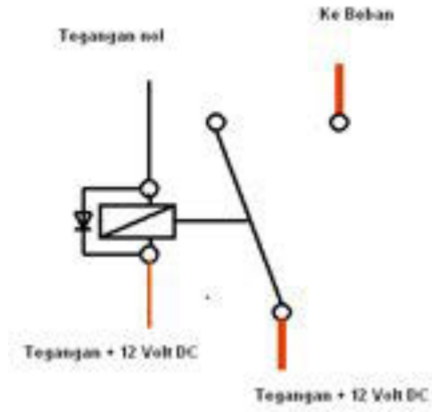


Gambar 10.25.: Rangkaian lampu tabung (TL)

Sebuah aplikasi khas untuk penerangan yaitu pemasangannya pada langit-langit eternity atau pada ketinggian tertentu. Sedangkan modul pencahayaan yang tersedia banyak digunakan pada bangunan komersial.

Relay listrik

Relay adalah sebuah sakelar elektromagnetik yang dioperasikan oleh solenoid. Sudah dijelaskan aksi solenoid pada relay solenoid dengan operasi sejumlah kontak (kontaktor magnet) ketika bergerak dibawah komando elektromagnet. Relay dapat digunakan untuk memutus atau menghubungkan sirkit aktif atau tidak aktif pada jarak jauh. Energi sirkit solenoid benar-benar terpisah dari kontak dan karena itu kontak relay dapat dirangkai pada pasokan tegangan rendah (> 50 Vac.), dengan rangkaian berdaya besar walaupun operasi kumparan electromagnet tegangan ekstra rendahm (< 50 V). Hal ini memberikan estafet banyak applikasi pada rangkaian kontrol motor, elektronik dan sistem instrumentasi. Gambar 10.26 menunjukkan relay sederhana.



Gambar 10.26.: Relay sederhana

Cek pemahaman knowledge

Ketika telah menjawab pertanyaan, bandingkan dengan jawaban dibagian belakang buku ini.

Catatan :

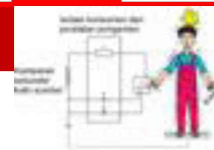
Lebih dari satu jawaban pilihan ganda kemungkinan benar.

---

1. Perlawanan terhadap aliran arus dalam rangkaian resistansi a.c. disebut:
   a. resistor
   b. induktansi
   c. reaktansi
   d. Impedansi.

2. Perlawanan terhadap aliran arus rangkaian a.c. beban kapasitif atau induktif disebut:
   a. perlawanan
   b. induktansi
   c. reaktansi
   d. Impedansi.

3. Total perlawanan aliran arus dalam setiap sirkit a.c. ini disebut:
   a. perlawanan
   b. induktansi
   c. reaktansi
   d. Impedansi.



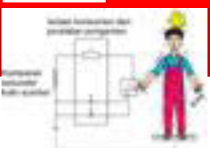
4. Sebuah garis lurus yang memiliki panjang tertentu dan arah yang mewakili skala kuantitas seperti tegangan, arus atau impedansi disebut:
   a. sebuah sirkit a.c. seri
   b. reaktansi kapasitif
   c. sebuah diagram pasor
   d. segitiga impedansi.

5. Sebuah sirkit a.c. seri memiliki reaktansi induktif 4 **Ω** dan resistensi 3 **Ω**. Impedansi rangkaian ini akan menjadi:
   a. 5 **Ω**
   b. 7 **Ω**
   c. 12 **Ω**
   d. 25 **Ω**

6. Sebuah sirkit a.c. seri memiliki reaktansi kapasitif 12 **Ω** dan resistensi dari 9 **Ω**. impedansi arus ini akan menjadi:
   a. 3 **Ω**
   b. 15 **Ω**
   c. 20 **Ω**
   d. 108 **Ω**.

7. Reaktansi induktif 100 mH ketika kumparan terhubung pada pasokan dengan frekuensi 50 Hz akan:

   a. 5 **Ω**
   b. 20 **Ω**
   c. 31.42 **Ω**
   d. 31.42 k **Ω**.



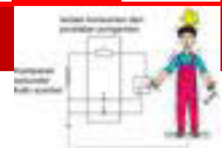
8. Reaktansi kapasitif 100 μF ketika kapasitor terhubung pada pasokan frekuensi 50 Hz akan:
   a. 5 **Ω**
   b. 20 **Ω**
   c. 31,8 **Ω**
   d. 31,8 k **Ω**.

9. Sebuah sirkit dengan faktor daya yang rendah menyebabkan:
   a. jatuh tegangan suplai
   b. peningkatan tegangan suplai
   c. lebih banyak arus yang akan diambil dari pasokan
   d. kurang lancar yang akan diambil dari pasokan.

10. Salah satu aplikasi rangkaian DC motor untuk:
    a. kereta api listrik
    b. oven microwave
    c. pompa pemanas sentral
    d. bor listrik.

11. Salah satu aplikasi motor induksi a.c. adalah untuk:
    a. kereta api listrik
    b. oven microwave
    c. pompa pemanas sentral
    d. bor listrik.

12. Salah satu aplikasi motor a.c. shaded pole untuk:
    a. kereta api listrik
    b. oven microwave



c. pompa pemanas sentral

d. bor listrik.

13. Transformator step down memiliki 1.000 lilitan pada primer dan 500 belitan pada gulungan sekunder. Jika tegangan input adalah 230 V tegangan outputnya yaitu:

a . 2 V

b . 115 V

c . 200 V

d . 460 V.

14 . Sebuah sakelar elektromagnetik dioperasikan oleh solenoid adalah salah satu definisi :

a . transformator

b . sebuah motor a.c.

c . relay

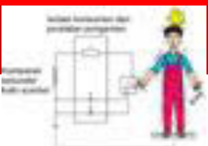
d . kumparan induktif .

15 . Gunakan gambar skets tentang penjelasan faktor daya yang baik dan yang rendah .

16. Nyatakan bagaimana koreksi faktor daya dicapai pada:

a . ballast TL

b . sebuah motor listrik .



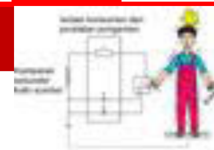
17. Gunakan skets untuk membantu menjelaskan definisi :
    a . induksi diri
    b . induksi mutual .

18. Gunakan skets untuk penjelasan dan menggambarkan bagaimana gaya pada konduktor dalam sebuah sirkit magnet dan bagaimana prinsip ini diterapkan pada motor listrik.

19. Gunakan skets untuk menunjukkan bagaimana gaya puntir (putar) diterapkan pada rotor atau as sebuah motor listrik .

20 . Skets rangkaian hysteresis magnet pada bahan magnetik yang cocok untuk:
    a . magnet permanen
    b . transformator .

21 . Berikan tiga aplikasi untuk masing-masing jenis motor berikut:
    a . motor d.c. seri
    b . sebuah motor a.c induksi
    c . sebuah motor a.c. split- fase
    d . sebuah motor a.c. shaded pole.



Pembelajaran 3

Aplikasi K3 dan prinsip kelistrikan

Kegiatan 11.

Sistem kelistrikan tiga fase

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) menyatakan makna dari sistem tiga fase
2) menggambarkan pembangkit listrik dengan sistem tiga fase
3) menggambarkan transmisi listrik
4) menggambarkan distribusi tenaga listrik
5) menyebutkan alasan-alasan keseimbangan pada beban fase tunggal sistem tiga fase
6) membedakan tegangan dan arus pada sambungan bintang dan delta sistem tiga fase

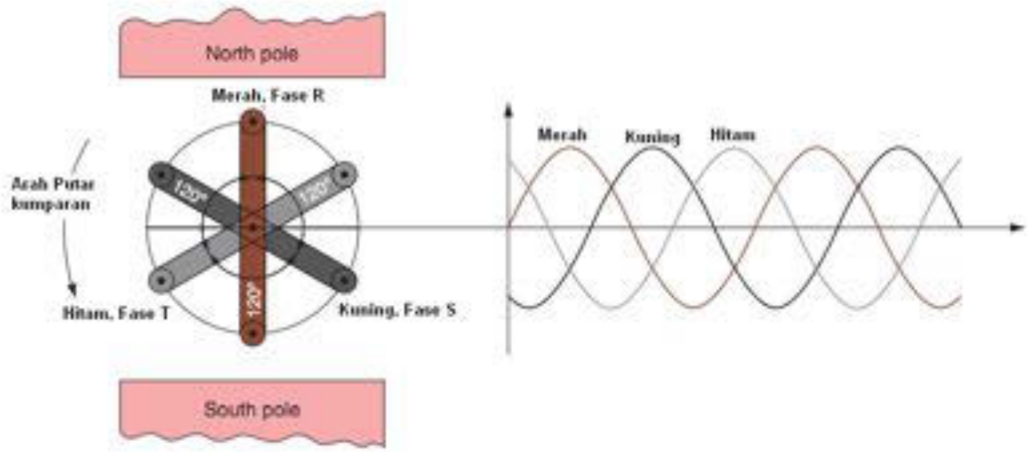
Pembangkit, transmisi dan distribusi listrik

Pembangkit

Gambar 4.5 Bab 4 menunjukkan generator a.c. sederhana atau alternator menghasilkan tegangan a.c bentuk gelombang. Produk listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik besar dan modern menggunakan prinsip dasar operasi sama dengan lainya. Namun demikian, pada jaringan kawat tunggal, stasiun pembangkit listrik memiliki kumparan tiga fase dan magnet listrik yang besar. Tegangan yang dihasilkan berbentuk gelombang sinusoidal tiga fase masing-masing dipisahkan oleh sudut 120 ° seperti ditunjukkan pada Gambar. 11.1. Tentu saja ini bukan pembangkit yang digerakan dengan pegangan engkol sederhana, tapi dengan turbin uap. Air dipanaskan sampai menjadi uap tekanan tinggi, kemudian disalurkan untuk menggerakkan baling-baling turbin uap yang terhubung pada generator atau alternator yang seporos dengan turbin tersebut. Panas yang diperlukan untuk menghasilkan uap tekanan tinggi dapat berasal dari pembakaran batu bara atau minyak atau dari reaktor nuklir. Apapun sumber utama energi, kesemuanya akan digunakan untuk menggerakkan turbin yang seporos generator untuk menghasilkan listrik.

Transmisi

Listrik yang dihasilkan oleh stasiun generator listrik bisa mencapai tegangan 25 kV. Energi listrik ini kemudian dipasokan pada sebuah transformator untuk dinaikan tegangannya menjadi tegangan tinggi atau ekstra tinggi untuk keperluan transmisi jaringan antar kota, provinsi dan bahkan antar negara pada tegangan 400 kV, 275 kV atau 132 kV. Tegangan setinggi ini diperlukan untuk mengirimkan energi atau daya listrik pada lokasi tertentu dengan tegangan jatuh sesuai dengan batas yang diijinkan, menurunkan penampang kabel yang berarti penghantar jaringannya lebih kecil dan kerugian transmisi semakin jauh berkurang.

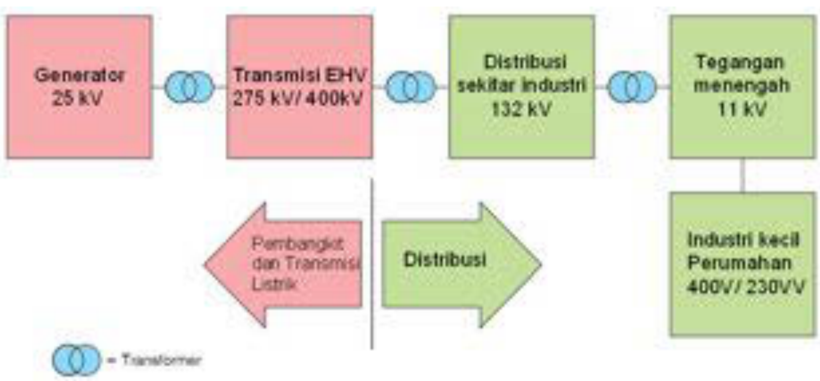


Gambar 11.1.: Pembangkitan tegangan tiga fase

Tegangan yang dibangkitkan disalurkan menggunakan kabel dengan warna standar PUIL 2000 secara berturutan untuk kabel fase R, S dan T dengan warna merah, kuning dan merah. Sedangkan untuk kabel netral berwarna biru dan untuk hantaran pengaman PE adalah warna loreng hijau-kuning. Jika tegangan tersebut ditransmisikan dengan kawat dapat didisain urutannya secara vertikal atau secara horisontal. Gambar 11.2. jaringan transmisi system vertikal.

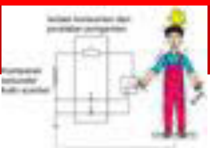


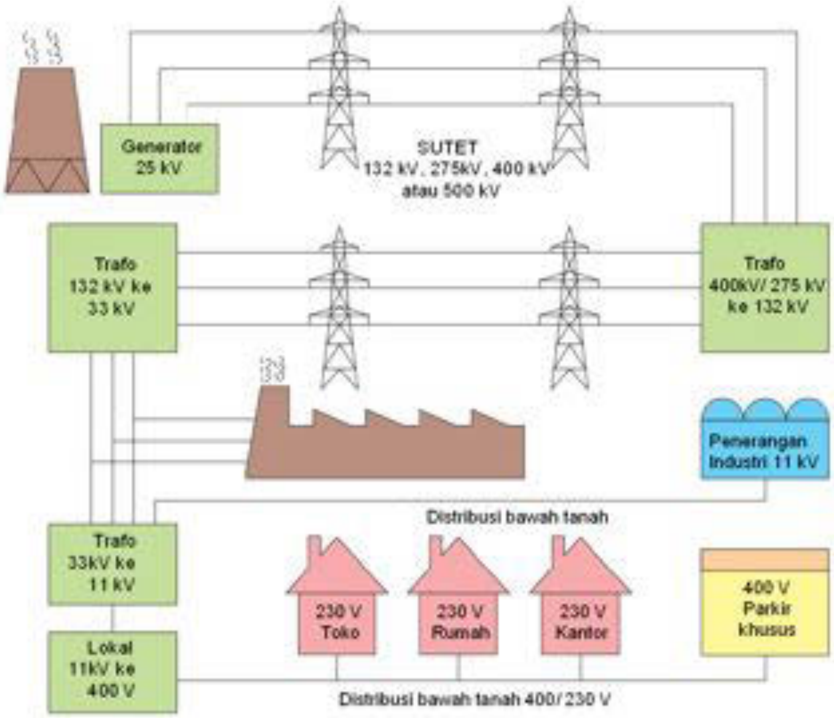
Gambar 11.2.: Jaringan transmisi



Gambar 11.3.: Distribusi sederhana pasokan dari pembangkit sampai pelanggan

Pada jaringan transmisi atau distribusi listrik kawat yang dipakai menggunakan bahan aluminium yang digantungkan pada menara (tower) atau tiang baja yang menghubungkan bersama (inter koneksi) semua pembangkit listrik. Para pakar lingkungan mengatakan bahwa beberapa menara listrik yang terpasang ditengah kota atau sekitar penduduk sangat mengganggu estetikan dan keamanan. Namun demikian metode ini adalah lebih murah sekitar 16 kali lipat disbanding dengan menggunakan hantaran kabel bawah tanah. Gambar 11.3 menunjukkan diagram transmisi listrik mulai dari pembangkit dengan menaikan tegangannya pada transformator step up dari tegangan 25 kV naik menjadi 275 kV atau 400 kV atau 500 kV. Saat akan memasuki wilayah konsumen tegangan diturunkan kembali menggunakan jalur distribusi dengan teganga diatas 35 kV hingga 132 kV atau 150 kV. Dari distribusi ini kemudian diarahkan ke jaringan konsumen dengan operasi tegangan menengah sekitar 10 kV hingga 35 kV. Selanjutnya tegangan menegah yang masuk pada konsumen diturunkan menjadi tegangan rendah sekitar 400 V atau 230 V. Pada sub-stasiun konduktor netral dibentuk untuk pasokan sumber domestik fase tunggal dan perlengkapan tiga fase pada pertokoan, kantor dan sentral garasi mobil. Pasokan ini biasanya dibuat radial bawah tanah dari lokal sub-stasiun, tapi di daerah pedesaan kita masih dapat menyaksikan beberapa transformator digantung pada tiang-tiang kayu atau beton.



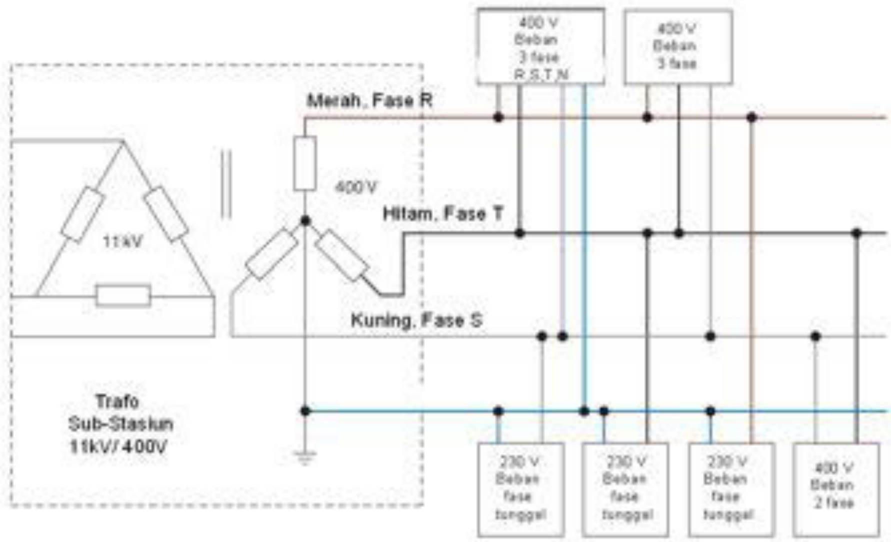


Gambar 11.4.: Disitribusi listrik sederhana pada konsumen

Distribusi listrik konsumen

Listrik dari sub-stasiun sampai pada posisi masukan konsumen utama menggunakan kabel distribusi yang pada sambungan akhir biasanya secara sederhana menggunakan sistem radial jaringan bawah tanah dengan tegangan 400 V/230 V. Jaringan bawah tanah ini sangat cocok kembangkan pada wilayah kota atau juga didesa karena alasan biaya overhead distribusi semakin jauh lebih hemat, disamping itu bila kita lihat di daerah pedesaan dan terpencil akan estetis dan sedap dipandang bila tidak terganggu jaringan listrik di udara. Pada tegangan 400 V/230 V yang berasal dari transformator sub-stasiun dengan sistem sambungan kumparan sekunder bintang seperti ditunjukkan pada Gambar 11.5. Titik bintang ditanahkan pada elektroda bumi yang ditanam dibawah tanah. Beban listrik yang disambung pada hantaran tiga fase diberi tegangan kerja 400 V sedangkan

tegangan satu fase yaitu antara hantaran netral dengan hantaran R, S atau T tegangan adalah 230 V.

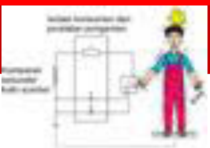


Gambar 11.5.: Distribusi daya tiga fase sistem empat kawat

Pada posisi pasokan utama akan dipasang proteksi sekering pisau (NH-fuse) yang disegel dan meteran energi (kWh) atau konsumsi listrik pada konsumen akan disegel.

Menyeimbangkan beban fase tunggal

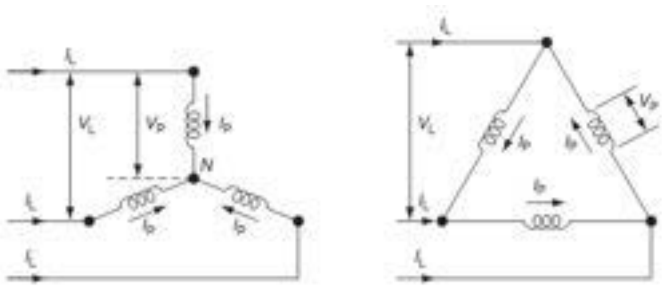
Sebuah beban tiga fase seperti motor listrik memiliki hantaran tiga fase satu dangan lainnya seimbang karena resistansi pada masing-masing kumparan fase sama. Oleh karena itu, arus yang mengalir pada masing-masing fase akan sama juga. Ketika bebannya beroperasi pada fase tunggal pada jaringan kerja tiga fase, maka untuk menjaga kestabilan dan kelangsungan kerja arus listrik kita harus mendistribusikan masing-masing beban fase tunggal pada jaringan tiga fase sehingga setiap fase akan dibebani arus yang sama atau mendekati sama. Dengan kata lain, semua beban satu fase dikonversikan pada daya semu dahulu ($S = V.\ I$)



dikumpulkan, kemudian dibagi tiga. Sebuah beban pencahayaan totalnya ada 18 lampu, maka akan seimbang dalam mebagi beban jika enam lampu terhubung ke masing-masing fase mempunyai 6 lampu.

Sambungan bintang dan delta

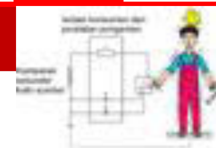
Kumparan tiga fase dari sebuah generator a.c. dapat disambung bintang (star) atau disambung segitiga (delta) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.6.



Gambar 11.6.: Sambungan Bintang dan Segitiga

Hubungan penting antara fase dengan arus dan tegangan listrik juga ditampilkan. Akar kuadrat dari 3 adalah $\sqrt{3}$ merupakan sebuah konstanta pada siruit tiga fase dan memiliki nilai 1,732. Sambungan delta digunakan untuk transmisi tenaga listrik sistem tiga konduktor yang diperlukan. Sambungan delta juga digunakan untuk menghubungkan kumparan motor tiga fase karena lilitan fasenya akan seimbang sempurna dan karena itu tidak memerlukan titik hantaran netral. Sambungan bintang pada posisi sub - stasiun memiliki keuntungan adalah mempunyai dua tegangan operasi yaitu tegangan 400 V antara hantaran fase dengan fase dan tegangan 230 V antara fase dengan netral yang terhubung pada titik bintang.

Pada setiap sistem bintang aliran arus sepanjang hantaran fase (I_L) terus ke beban beban dan kembali oleh konduktor netral dan kembali terhubung ke titik bintang. Pada rangkaian jaringan sistem tiga fase beban seimbang semua arus nilainya sama dan ketika total arus dijumlahkan dengan diagram pasor, kita menemukan jumlah arus yang dihasilkan adalah nol. Oleh karena itu, tidak ada arus pada hantaran netral dan titik bintang adalah menjadi nol volt . Titik bintang



transformator distribusi harus dibumikan karena akan mempunyai potensial bumi nol. Sebuah sistem yang terhubung bintang disebut sistem tiga fase dengan empat kawat sehingga memungkinkan kita untuk menghubungkan beban fase tunggal pada sistem tiga fase.

Daya tiga fase

Kita tahu dari fase tunggal bahwa teori arus bolak dalam Bab 10 daya yang dapat ditemukan dengani rumus berikut :

Daya satu fase, $P = V.I.Cos\ \theta \quad ...\ (W)$

Dalam sistem tiga fase beban seimbang daya total adalah sama dengan tiga kali daya listrik pada satu- fase, atau:

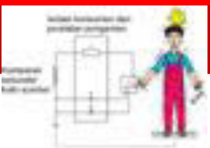
Daya tiga fase, $P = 3 \times V.I.Cos\ \theta \quad ...\ (W)$

Untuk sambungan bintang :

$$Vp = \frac{VL}{\sqrt{3}} \qquad dan\ I_L = Ip$$

Sehingga diperoleh, $P = \sqrt{3} \times VI\ Cos\ \theta \quad ...\ (W)$

Pada sambungan delta :



$$Vp = VL \quad \text{dan} \quad Ip = \frac{IL}{\sqrt{3}}$$

Sehingga beban seimbang 3 fase:

$$P = \sqrt{3} \times VI \cos\theta \quad \ldots (W)$$

Secara umum daya listrik 3 fase, $P = \sqrt{3} \times VI \cos\theta$ … Watt

Contoh 1

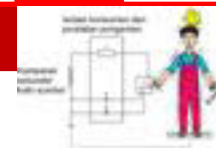
Sebuah beban seimbang tegangan tiga fase 400 V sistem sambungan bintang. Masing-masing fase bebannya 10 Ω, 50 Hz dengan pasokan listrik mempunyai faktor daya 1,0.

Hitung (a) tegangan fase, (b) arus dan (c) daya total.

Untuk koneksi bintang,

$$V_L = Vp.\sqrt{3} \text{ dan } IL = Ip$$

Untuk (a)



$$Vp = \frac{VL}{\sqrt{3}} = \frac{400\,V}{\sqrt{3}} = \textbf{230,9 Volt}$$

Untu (b)

$$I_L = Ip = \frac{Vp}{Rp} = \frac{230{,}9\,V}{10\Omega} = \textbf{23,09 A}$$

P = √3 x VI Cos θ ... (W)

P = 1,73 x 400. 23,09x 1 ... (W)

P = 16 kw

Contoh 2

Sebuah motor 3 fase 20 kW, 400 V terhubung delta, memiliki faktor daya 0,8. Hitung (a) arus dan (b) arus fase.

Kita mempunyai daya listrik

P = √3 x VI Cos θ ... (W)

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3}.Vl\cos\theta} = \frac{20.000\,W}{\sqrt{3}.400Vx\;0{,}8} = 39{,}08\ (A)$$

I_L = 39,08 (A)

Untuk (b) sambungan delta $I_L = \sqrt{3}$ x Ip …. (A)

$$Ip = \frac{IL}{\sqrt{3}}$$

$$Ip = \frac{38{,}08\ A}{\sqrt{1{,}733}} = 20{,}83\ \text{A}$$

Contoh 3

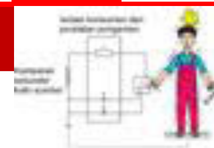
Tiga beban masing-masing mempunyai resistansi murni 30 Ω dan reaktansi induktif 40 W, disambung saat awal bintang dan kemudian sambungan segitiga dengan tegangan kerja 400V tiga fase. Hitung arus fase dan arus line untuk setiap koneksi.

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2} \ \ldots.\ (\Omega)$$

$$Z = \sqrt{30^2 + 40^2}$$

$$Z = \sqrt{2500} = 50\ \Omega$$

Untuk sambungan bintang,



$V_L = Vp. \sqrt{3}$ dan $I_L = Ip$

$Vp = \frac{VL}{\sqrt{3}}$ (V)

$Vp = \frac{400}{1{,}73\sqrt{3}}$ = 230,9 V

$Ip = \frac{Vp}{Zp}$ ..(A)

$Ip = \frac{230{,}9\ \text{V}}{50\ \Omega}$ = 4,62 A

$Ip = I_L$

Dimana arus fase dan arus line adalah sama sebesar = 4,62 A

Untuk sambungan delta,

$V_L = Vp$ dan $I_L = \sqrt{3}. Ip$

$V_L = Vp$ = 400 V

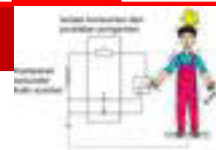
$$I_p = \frac{V_p}{Z_p}$$

$$I_p = \frac{400\ V}{50\ \Omega} = 8\ A$$

$$I_L = \sqrt{3} .\ I_p$$

$$I_L = \sqrt{3} .\ 8\ A = 13{,}86\ A$$

Jadi, $\boldsymbol{I_L = 13{,}86\ A}$



Cek pemahaman knowledge

Ketika telah menjawab pertanyaan, bandingkan dengan jawaban dibagian belakang buku ini.

Catatan :

Lebih dari satu jawaban pilihan ganda kemungkinan benar.

---

1. Listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik komersial skala besar:

a. 230 V

b. 400 V

c. 25 kV

d. 132 kV.

2. Transmisi listrik pada jaringan interkoneksi antar kota, antar provinsi dan antar

Negara tetangga menggunakan tegangan sebesar:

a. 230V

b. 400 V

c. 25 kV

d. 132 kV.

3. Transmisi listrik menggunakan tegangan ekstra tinggi dengan tujuan untuk:

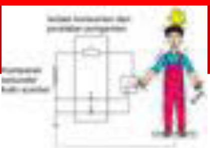
a. arus dikurangi

b. arus meningkat

c. kerugian semakin kecil.

d. kerugian meningkat.

4. Distribusi listrik dari lokasi sub-stasiun ke area kereta bawah tanah



menggunakan kabel dengan tegangan:

a. 230 V
b. 400 V
c. 25 kV
d. 132 kV.

5. Sebuah beban tiga fase sambungan bintang. Sistem pasokan dari lokal sub-stasiun dengan empat-kawat akan memiliki tegangan:

a. 230 V

b. 400 V

c. 25kV

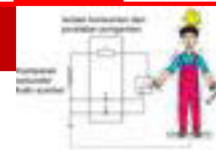
d. 132 kV.

6. Sebuah beban disambung pada hantaran fase dan netral sistem pasokan dari lokal sub-stasiun sistem bintang empat-kawat akan tegangan:

a. 230 V
b. 400 V
c. 25 kV
d. 132 kV.

7. Tegangan fase pada sistem bintang mempunyai beban terhubung dengan tegangan 100 V. Sumber tegangan akan:

a. 57.73 V
b. 100 V
c. 173,2 V



d. 230 V.

8. Tegangan fase dari beban yang disambung delta adalah sebesar 100 V.

   Sumber tegangan akan:

   a. 57.73 V
   b. 100V
   c. 173,2 V
   d. 230 V.

9. Arus fase pada beban yang disambung pada system bintang mengalir 100 A.

   Maka arus line besarnya akan menjadi:

   a. 57.73 A
   b. 100 A
   c. 173,2 A
   d. 230 A.

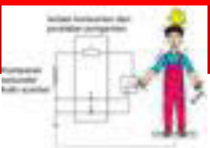
10. Arus fase pada beban yang terhubung delta adalah sebesar 100 A. Arus

    line akan:

    a. 57.73A
    b. 100 A
    c.173.2 A
    d. 230 A.

11. Sebutkan arti dari sebuah sistem pasokan tiga fase.

12. Sebutkan standar tegangan ekstra rendah, rendah, menengah, tinggi dan



ekstra tinggi.

13. Pemerhati lingkungan sering mengatakan bahwa menara transmisi listrik merusak lanskap (estetika). Mengapa kita terus menggunakan menara baja untuk transmisi jaringan listrik.

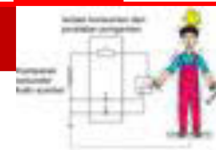
14. Mengapa sistem distribusi dari lokal sub-stasiun ke sambungan akhir konsumen sangat cocok digunakan kabel bawah tanah?

15. Menyatakan alasan keseimbangan beban fase tunggal pada pasokan tiga fase.

16. Jelaskan secara singkat bagaimana proses pembangkitan pasokan listrik tiga fase dibandingkan dengan listrik daya satu fase.

17. Apa keuntungan menghubungkan sumber tegangan tiga fase:
    a. di delta
    b. di bintang

.



Pembelajaran 3

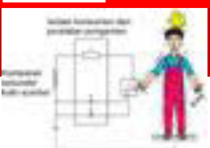
Aplikasi K3 dan prinsip kelistrikan

Kegiatan 12

Arus lebih, hubung singkat dan pengaman gangguan

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) menyebut kebutuhan peralatan pengaman
2) faktor selektivitas pengaman
3) esensi persyaratan penting disain pengaman arus lebih.
4) menyatakan reaksi pengaman lebur terhadap gangguan
5) menyatakan diskriminasi ketika pengamannya sudah sesuai ukuran
6) mengidentifikasi bagian terbuka dan asing
7) menyatakan jalur yang diambil oleh gangguan arus pembumian
8) menyatakan kebutuhan RCD dan RCBOs
9) menyatakan arti perlindungan dasar dan pengaman gangguan



Pengaman peralatan listrik, jaringan dan manusia

Kita tahu dari bab sebelumnya, bekerja dengan listrik merupakan salah satu penyebab kecelakaan ditempat kerja. Menggunakan energi listrik dapat berdampak bahaya karena adanya tegangan operasi listrik dan kemungkinan disebabkan adanya kerusakan atau kecelakaan. Oleh karena itu, penyediaan perangkat pengaman dalam instalasi listrik adalah “dasar” seluruh konsep bekerja menggunakan listrik yang aman didalam gedung. Instalasi listrik secara keseluruhan harus dilindungi terhadap gangguan beban lebih (overload) atau hubung singkat serta semua orang yang menggunakan bangunan harus dilindungi terhadap risiko sengatan listrik, kebakaran atau risiko lainnya yang timbul akibat penyalahgunaan instalasi atau atas sebab kesalahan mereka sendiri. Pemeliharaan instalasi listrik dan upaya perlindungan yang memadai dan tepat adalah bagian penting dari penggunaan dari energi listrik yang aman.

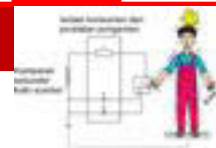
Kita ingin melihat perlindungan terhadap sengatan listrik oleh adanya dua tindakan pengaman “dasar “ dan “pengaman gangguan”, pada perlindungan dengan ikatan ekipotensial serta pemutusan rangkaian otomatis maupun perlindungan terhadap arus lebih. Mari kita mendefinisikan beberapa kata yang akan kita gunakan terlebih dahulu.

Pada peraturan tentang hantaran pembumian instalasi listrik, memberikan definisi sebagai berikut :

Bumi, massa konduktif bumi. Potensial listrik yang diambil sebagai nol volt. **Pembumian,** tindakan menghubungkan bagian konduktif terbuka dari sebuah instalasi ke terminal pembumian utama pelindung instalasi.

Bonding konduktor, konduktor pelindung menyediakan ikatan ekipotensial. **Bonding,** ikatan bersama dari bagian logam yang terpajang atau logam asing dari instalasi listrik.

Konduktor pengaman rangkaian (CPC), sambungan konduktor pelindung terhadap bagian konduktif dari peralatan ke terminal pembumian utama. Hantaran loreng hijau dan kuning terisolasi atau kabel pentanahan. **Bagian kontak tidak langsung,** benda logam dari alat listrik atau saluran trunking



dari sistem listrik yang dapat disentuh karena mereka biasanya diluar rangkaian instalasi, tapi memungkin akan menjadi bahaya karena kondisi gangguan kelistrikan. **Bagian kontak asing,** besi tulangan pada struktur bangunan dan pipa logam asing seperti gas, air, radiator dan bak cuci. Kesemuanya tidak merupakan bagian instalasi listrik tetapi dapat mendatangkan potensial secara umum yaitu tegangan pembumian instalasi listrik.

Pengamanan sengatan, perlindungan dari sengatan listrik yang disediakan oleh dasar perlindungan dasar dan perlindungan gangguan.

Perlindungan dasar, tindakan mengisolasi (memutus) pada bagian hantaran aktif.

Perlindungan gangguan, disediakan oleh pelindung ekipotensial dan pemutusan otomatis dari pasokan (oleh pengaman lebur atau pemutus sirkit, MCB).

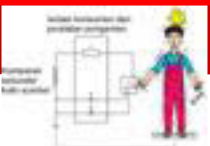
Definisi

a. untuk membantu ingatan, mencoba menulis pengertian diats dengan kata-katanya sendiri.
b. hanya mengidentifikasi kata-kata penting.

Perlindungan dasar dan gangguan

Gerakan tubuh manusia dikendalikan oleh sistem saraf. Sinyal listrik sangat kecil berjalan antara pusat sistem saraf dan otot. Dengan rangsangan kerja otot memungkinkan kita untuk berjalan, bicara dan berlari dan ingat bahwa jantung adalah juga otot.

Jika tubuh menjadi bagian kekuatan rangkaian eksternal, seperti pusat listrik dan jika arus listrik mengalir melalui tubuh yang normal, operasi listrik tubuh terganggu. Kejutan atau gangguan ini menyebabkan operasi otot-otot tidak wajar dan hasilnya dimungkinkan fatal jika orang tersebut tidak dapat melepaskan konduktor



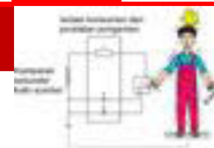
bertegangan yang menyebabkan sock atau sengatan bahkan orang dapat terlempar dari ruangan. Arus yang mengalir melalui tubuh ditentukan oleh resistansi tubuh manusia dan ketahanan permukaan kulit pada tangan dan kaki. Hal ini akan menjadi pertimbangan tindakan pencegahan yang luar biasa di mana orang dengan kulit basah atau permukaan basah mudah terkena sengatan terutama pada di rumah tangga yang harus diperhatikan yaitu instalasi listrik kamar mandi.

Dua jenis kontak akan mengakibatkan seseorang menerima sengatan listrik. Kontak langsung dengan bagian aktif, bagian kontak terminal atau jalur konduktor yang benar-benar bertegangan. Peristiwa ini menurut peraturan disebut sebagai perlindungan dasar. Hasil kontak tidak langsung dengan bagian konduktif terbuka seperti struktur logam pada sebuah peralatan yang bertegangan sebagai hasil gangguan kesalahan. Peraturan menyebutnya sebagai perlindungan kesalahan atau pengaman gangguan.

Saat instalasi beroperasi pada tegangan listrik nominal, metode utama perlindungan terhadap kontak langsung adalah dengan isolasi. Semua bagian bertegangan ditutup dengan bahan isolasi seperti karet atau plastik yang akan mencegah kontak dengan bagian-bagian aktif. Bahan isolasi harus tentu saja cocok dengan keadaan di mana akan digunakan dan tegangan kerjanya. Metode lain perlindungan dasar meliputi penyediaan selungkup yang hanya bisa dibuka dengan menggunakan alat atau ketika pasokan listrik utama terputus. Perlindungan juga dapat disediakan pagar pembatas di sekitar switchboard secara terbuka atau dengan menempatkan bagian aktif diluar jangkauan tangan manusia seperti saluran udara.

Pengaman gangguan

Perlindungan terhadap kontak tidak langsung disebut dengan perlindungan kesalahan yang dapat dicapai dengan menghubungkan bagian konduktif peralatan terbuka ke terminal pengaman utama pembumian. Aplikasi ikatan pelindung ekipotensial adalah salah satu prinsip penting untuk keselamatan. Ada lima metode perlindungan terhadap kontak logam yang bertegangan atau menjadi aktif, yaitu kontak langsung dengan bagian konduktif adalah :



1 . pelindung ekipotensial dilengkapi dengan pemutusan pasokan otomatis,

2 . penggunaan peralatan berisolasi ganda,

3 . penyediaan lokasi bebas konduktor aktif,

4 . penggunaan ikatan ekipotensial pembumian,

5 . pemisahan listrik.

Metode 3 dan 4 terbatas pada situasi khusus dibawah pengawasan efektif oleh para personil yang terlatih. Metode 5 pemisahan listrik, sedikit digunakan yaitu hanya ditemukan pada aplikasi pada unit suplai alat cukur listrik yaitu gabungan transformator isolasi. Metode 2, penggunaan peralatan isolasi kelas II terbatas pada satu buah peralatan yang beroperasi seperti alat-alat yang digunakan di lokasi konstruksi, karena bergantung pada pengawasan yang efektif untuk memastikan bahwa tidak ada peralatan logam atau peralatan logam asing yang dibumikan memasuki area instalasi listrik. Metode yang paling umum digunakan yaitu metode 1 pelindung ekipotensial dilengkapi dengan pemutusan pasokan otomatis.

Metode ini bergantung pada semua logam yang dihubungkan bersama untuk koneksi elektrik pembumian yang efektif. Tidak hanya semua logam yang terkait dengan instalasi listrik saja yang harus terhubung, pipa, trunking, switch logam dan logam peralatan listrik dan peraturan instalasi merekomendasikan kita semua logam asing, pipa layanan air, gas dan pipa layanan lain misalnya: ducting, pemanas sentral dan sistem pendingin udara, logam bagian struktur bangunan serta sistem pelindung petir disambungkan ke terminal pengaman pembumian. Dengan cara ini kemungkinan tegangan yang muncul antara dua bagian logam akan hilang dengan sendirinya. Perlindungan ekipotensial ikatan ditunjukkan pada Gambar. 6.7.

Elemen kedua, metode perlindungan ini adalah penyediaan sarana pemutusan sumber tegangan secara otomatis bila gangguan yang terjadi sebagai penyebabnya yaitu logam yang terbuka menjadi bertegangan. Peraturan telah menyebutkan bahwa untuk sirkit akhir yang tidak melebihi 32 A waktu pemutusan maksimum tidak boleh melebihi 0,4 detik. Waktu pemutusan tergantung pada jenis perangkat

pelindung yang digunakan, sekring atau pemutus sirkit, rangakaian penghantar pengaman kesalahan dan penyediaan perlindungan ikatan ekipotensial yang memadai. Resistensi atau kita menyebutnya impedansi rangkaian gangguan pembumian.

Pengaman arus sisa

Peraturan yang membahas tentang masalah khusus yaitu ketika terjadi peralatan listrik seperti mesin pemotong rumput, pemangkas pagar, bor dan lampu. Dalam situasi seperti ini hantaran pembumian merupakan pilihan sebagai perlindungan. Peraturan yang mensyaratkan bahwa setiap soket dengan arus pengenal tidak melebihi 20 A, untuk digunakan oleh orang-orang biasa atau untuk orang umum harus memiliki perlindungan tambahan yang dikenal dengan nama RCD yang memiliki rated saat beroperasi tidak lebih dari 30 milli-amper (mA).

Definisi

a. Apa yang dimaksud dengan orang-orang biasa.
b. Lihat kembali definisi pada bab 2, kemudian tulis kembali disini.

Residul Current Device *(RCD)* adalah jenis pemutus rangkaian yang kerjanya tergantung dari perbandingan antara arus yang masuk ke beban melalui hantaran fase dengan arus yang keluar dari beban melalui hantaran netral. Dalam kondisi normal antara arus masuk dengan keluar adalah sama besarnya. Sehingga bila dijumlahkan menjadi nol.

Dalam kondisi normal, jumlah arus masuk beban = arus yang keluar beban. Sehingga tidak ada sisa atara keduanya jika dijumlahkan. Tetapi jika terjadi gangguan, yaitu adanya arus bocor ketanah akibat gagalnya isolasi listrik karena instalasi sudah tua, isolasi tidak tahan suhu lingkungan atau akibat isolasi telah dimakan binatang (tikus). Arus bocor akan mengalir ketanah. Sekarang jumlah arus yang masuk melalui kabel fase dengan Netralnya jadi tidak seimbang atau ada

selisih atau ada sisa. Selisih arus ini akan direkayasa untuk dapat memutuskan hantaran sehingga beban tidak bertegangan lagi, keadaan menjadi aman.

Isolasi dan Switsing

Tindakan pengamanan keselamatan sesuai dengan perintah peraturan menggunakan switsing atau switchgear diperlukan sebagai perlindungan isolasi dan switsing instalasi konsumen.

Switchgear utama konsumen harus mudah diakses oleh konsumen dan dapat :

a. mengisolasi tegangan suplai untuk total instalasi,

b. melindungi terhadap arus lebih,

c. memotong arus dalam hal terjadi gangguan serius.

Peraturan mengidentifikasi empat jenis sakelar pemisah yaitu switching untuk iso lasi, switsing saat melakukan pemeliharaan mekanik, switsing darurat dan fungsional switsing.

Isolasi didefinisikan sebagai *memutus pasokan listrik ke rangkaian atau satu peralatan untuk menjamin keamanan mereka yang bekerja pada peralatan tersebut dengan memutuskan bagian-bagian yang aktif bertegangan dalam pelayanan normal.*

Tujuan isolasi switsing adalah untuk memungkinkan pekerja listrik aman melakukan pekerjaan yang akan dilakukan pada rangkaian atau peralatan yang terpencil. Isolasi dimaksudkan untuk digunakan oleh orang elektrik yang terampil atau diawasi. Isolator adalah perangkat mekanis yang dioperasikan secara manual dan digunakan untuk membuka atau menutup rangkaian atau beban off. Sebuah sakelar isolator harus disediakan dekat dengan titik pasokan sehingga semua peralatan dapat dibuat aman untuk pemeliharaan. Isolator untuk rangkaian motor harus mengisolasi motor dan peralatan kontrol serta isolator pelepas penerangan cahaya harus menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari luminer sehingga ketika isolator penutup dihapus akan menjadi isolasi lokal efektif. Perangkat yang cocok untuk isolasi adalah isolasi

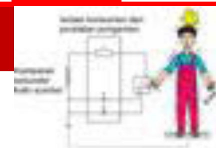
switch, keterkaitan antara sekering, pemutus sirkit, steker dan soket. Mereka semua harus terisolasi oleh semua penghantar sumber yang bertegangan dan ketentuannya harus dibuat hanya untuk mengamankan isolasi seperti gambar 12.1. Isolasi posisi layanan konsumen, dapat dicapai dengan saklar kutub ganda yang memutus atau menghubungkan semua penghantar secara bersamaan.

Pada pasokan tiga fase isolator switch perlu membuka konduktor bertegangan dengan kuat sekaligus hantaran netralnya. Sebagai catatan, asalkan hantaran netral tidak dapat lepas sebelum sakelar dibuka. Persyaratan pemutusan peralihan ini untuk pemeliharaan mekanik seperti ketika dengan mengisolasi, kecuali bahwa sakelar kontrol harus mampu switsing arus beban penuh dari sirkit atau peralatan.



Gambar 12.1.: Isolator switch, pemutusan hantaran fase dan netral

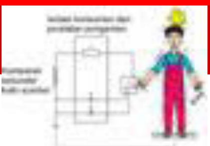
Guna switing yaitu untuk pemeliharaan mekanik adalah dimungkinkan pekerjaan selain listrik dapat dilakukan secara aman dengan pemutusan rangkaian atau peralatan.



Switsing untuk tujuan pemeliharaan mekanik dimaksudkanyaitu peralatan listrik dioperasikan oleh orang yang terampil tetapi bukan orang listrik. Switsing saat pemeliharaan pekerjaan mekanik harus dapat dioperasikan secara manual. Tidak boleh ada bagian aktif yang bertegangan bila alat dibuka. Maka harus terhubung pada rangkaian listrik utama dan memiliki kehandalan dengan indikasi on / off atau dapat terlihat celah antar kontaknya. Perangkat yang cocok untuk switsing pemeliharaan mekanis “off” yaitu sakelar pemutus sirkit, plug and soket.

Switsing darurat adalah pemutusan secara cepat terhadap pasokan listrik oleh satu tindakan untuk menghilangkan atau mencegah timbulnya bahaya. Tujuan switsing darurat adalah memotong energi listrik dengan cepat , menghindari suatu bahaya yang tak terduga. Switsing darurat dapat dioperasikan oleh siapa saja. Perangkat yang digunakan untuk switsing darurat harus segera dapat diakses dan dapat diidentifikasi serta mampu memotong arus beban penuh.

Mesin listrik harus dilengkapi dengan sarana switsing darurat dan orang yang mengoperasikan mesin harus dapat akses melalui tombol darurat sehingga mesin dapat berhenti pada situasi darurat. Remote stop / start diatur supaya dapat memenuhi persyaratan untuk mesin digerakkan oleh tenaga listrik. Perangkat yang cocok untuk langkah darurat adalah switch pemutus sirkit dan kontaktor. Dimana kontaktor dioperasikan dengan remote kontrol harus dapat membuka ketika kumparannya tidak ada energi listrik, yaitu aman dari kegagalan atau gangguan. Push- button digunakan untuk memutus darurat, harus berwarna merah, posisi kontak normally closed ***“NC”*** yang berfungsi sebagai stopping (pemutus). Peralatan ini harus dipasang dimana bahaya mungkin akan timbul dan jelas diidentifikasi sebagai switsing darurat. Tusuk kontak dan soket tidak cocok dipakai untuk pemutusan pasokan darurat.
Switsing fungsional melibatkan Switsing **“on”** atau **“off”**, dari berbagai sumber pasokan, peralatan dioperasikan secara elektrik dalam kondisi normal. Tujuan switsing fungsional adalah untuk memberikan kontrol sirkit listrik dan peralatan dalam pelayanan normal. Switsing fungsional adalah dipakai khusus untuk



pelanggan instalasi listrik atau peralatan. Perangkat harus mampu memotong total arus dari sirkit atau peralatan. Bila perangkat kontrol sirkit ada tanda lampu berkedip itu artinya sekarang harus mampu mengalihkan beban induktif.

Pengaman arus lebih

Konsumen berharap peralatan listrik harus memberikan perlindungan terhadap arus lebih, yaitu arus melebihi nilai nominal (rating current). Pengaman memberikan perlindungan terhadap arus pada saat hantaran bertegangan, tidak harus selalu terhubung dengan penghantar netral. Pemutus sirkit mungkin digunakan juga pada kotak sekering, dalam hal pemutus sirkit, ia juga dapat difungsikan sebagai isolasi, meskipun akan lebih baik jika isolasi disiapkan, sehingga saat pemeliharaan mekanis dapat dilakukan oleh pemutus sirkit sendiri. Ketika akan memilih perangkat pengaman kita harus memberikan pertimbangan faktor-faktor berikut:

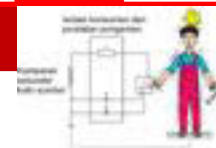
a. arus gangguan prospektif,
b. karakteristik beban rangkaian,
c. kemampuan hantar arus kabel ,
d. persyaratan waktu pemutusan rangkaian.

Persyaratan penting perangkat yang dirancang untuk melindungi terhadap arus lebih adalah:

a. harus beroperasi secara otomatis pada saat gangguan,
b. memiliki nilai nominal sesuai disain sirkit ,
c. memiliki waktu pemutusan sesuai parameter disain,
d. memiliki kapasitas pemutusan gangguan,
e. diidentifikasi dan tepat lokasi.

Kita lihat persyaratan di bawah ini:

Sebuah arus lebih disebabkan oleh adanya beban lebih (over load), atau hubung singkat.

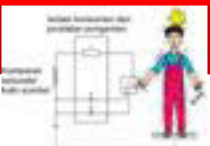


Sebuah overload dapat didefinisikan sebagai arus yang melebihi nilai pengenal (nominal) dalam rangkaian normal. Arus overload biasanya terjadi karena sirkit salah penggunaan atau karena rancangannya salah atau telah dimodifikasi. Rangkaian hubung singkat adalah kontak antara hantaran bertegangan dengan hantaran lainnya sehingga arus yang dihasilkan dari kegagalan rangkaian tersebut mengakibatkan impedansi rangkaian terabaikan (mendekati nilai nol Ohm). Sirkit hubung pendek biasanya terjadi sebagai akibat dari kecelakaan yang tidak bisa diprediksi sebelumnya.

Kelebihan beban dapat mengakibatkan lonjakan arus mencapai dua atau tiga kali nilai arus nominalnya. Arus hubung singkat mungkin ratusan kali lebih besar dari nilai nominal. Kedua kasus tersebut sebagai persyaratan dasar proteksi bahwa arus lebih harus cepat diisolasi dengan aman sebelum arus gangguan akan menyebabkan kenaikan suhu atau efek kimiawi yang akan merusak isolasi dan sambungan kabel.

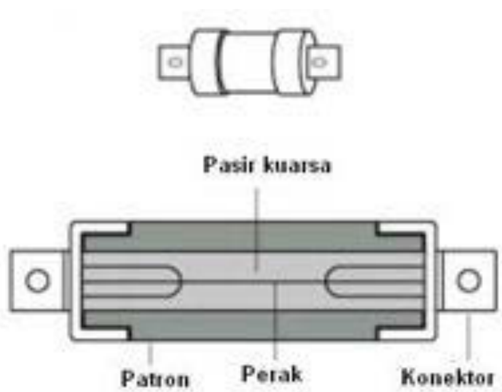
Rating current (arus pengenal) pengaman yang dipilih harus mempunyai kapasitas tidak kurang dari arus beban penuh. Tetapi juga tidak boleh melebihi kapasitas hantar arus (KHA) nominal kabel. Kabel tersebut harus sepenuhnya dilindungi terhadap kelebihan beban dan adanya arus hubung singkat.

- Pengaman lebur kapasitas pemutusan tinggi (NH). Ini adalah pengaman aplikasi industri yang memiliki kapasitas pengamanan busur api maksimum hingga 80 kA.
- Pengaman lebur cartridge (model pelor). Ini digunakan untuk rangkaian a.c. pada industri dan instalasi rumah yang memiliki kapasitas pengamanan busur api sekitar 30 kA.

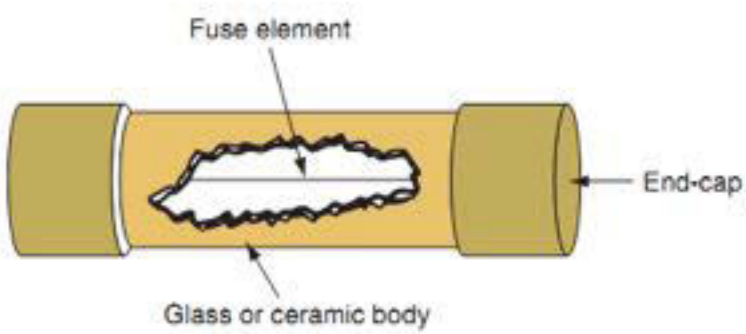




(a) Pengaman lebur NH

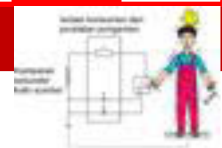


(b) Konstruksi NH



(c) Sekering lebur halus

Gambar 12.2.: Pengaman lebur (a) dan (b) Model NH dan (c) tipe halus.



- Sekering semi- tertutup. Pengaman lebur ini disebut sekering wirable dan digunakan terutama pada instalasi rumah memiliki kapasitas kesalahan maksimum sekitar 4 kA.
- MCB, pemutus sirkit miniatur (MCB) dapat digunakan sebagai alternatif pengaman untuk beberapa instalasi. Pengaman ini akan bereaksi ketika terjadi beban lebih atau hubung singkat yang dapat memicu elemen elektromagnet dalam waktu 100 ms. Ini adalah tercepat melebihi kecepatan waktu yang dibutuhkan untuk mengedipkan mata kita. Dengan definisi bahwa, pengaman lebur adalah bagian komponen terlemah dalam rangkaian, karena saat terjadi gangguan arus kawat perak didalam fuse akan mencair ketika arus mengalir dan sebelum isolasi penghantar kabel menjadi panas sehingga terbakar atau paling tidak akan menjadi rusak.
- Sekering semi - tertutup terdiri dari kawat sekering, yang disebut elemen sekering, elemen sekering dihubungkan secara seri terhadap beban dengan ketebalan elemen (penampang) sesuai dengan rangkaian yang diamankan. Ketika terjadi arus lebih mengalir elemen sekering menjadi panas dengan cepat dan akan mencair.

Jenis sekering diilustrasikan pada Gambar 12.1. Elemen sekering terdiri dari utas tunggal kawat tembaga timah dengan diameter yang sesuai nilai arus sekering. Jenis sekering sangat populer dipakai pada instalasi rumah, tapi sekarang banyak ditinggalkan untuk pemakaian pada instalasi rumah karena kerugiannya banyak.

Keuntungan sekering semi tertutup:

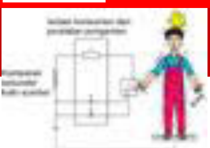
a. Sangat murah dibandingkan dengan perangkat pelindung lainnya baik saat menginstal dan mengganti.

b. Tidak ada bagian yang bergerak mekanis.

c. Sekering sangat mudah untuk identifikasi .

Kerugian sekering semi tertutup:

a. Elemen sekering dapat diganti kawat, sehingga bisa membahayakan jika tidak sesuai dengan ukuran aslinya.



b. Elemen sekering melemah seiring dengan usia karena oksidasi, yang memungkinkan berakibat kegagalan pada kondisi operasi normal.
c. Sirkit tidak dapat dipulihkan dengan cepat karena elemen sekering perlu operasi sekrup sesaat memperbaiki.
d. Mereka telah melanggar kapasitas rendah karena, dalam hal kesalahan yang parah, arus gangguan dapat menguapkan elemen sekering sehingga arus terus mengalir dalam bentuk busur didalam terminal sekering.
e. Tidak ada jaminan untuk operasi hingga dua kali nilai arus nominalnya.
f. Ada bahaya panas menjalar kemana-mana keseluruh rangkaian apabila pemutusan gangguan sekering tidak cepat.

Sedangkan untuk sebuah MCB tidak seperti pada masalah yang dihadapi oleh pengaman lebur karena operasi kerjanya otomatis akan memutus rangkaian sesaat terjadi gangguan pada rangkaian.

Tipe MCB, tipe ini dimaksudkan untuk mempermudah konsumen memilih pengaman yang sesuai dengan beban yang terpasang secara keseluruhan. Tetapi yang perlu diketahui bahwa setiap perusahaan mengeluarkan tipe sesuai dengan standar yang mereka telah keluarkan seperti berikut:

Tabel 12.1.: Kode huruf kurve pemutusan MCB.

Merk atau negara	Tipe kurve pemutusan	Penggunaan
Siemen	B; C; D; K; S; Z	Masing-masing perusahaan mempunyai kode huruf masing2.
Merlin Gerin	B; C; D; MA	
ABB	B; C; D; K; S; Z	
IEC dan BS	B; C; D; K; Z	-

Untuk beban dengan arus awal sebesar antara lima hingga sepuluh kali arus nominalnya (5-7 I_N) akan lebih cocok dipakai untuk beban induktif komersial dan beban industri. MCB Tipe D menurut BS EN 69898 mempunyai operasi elemen

elektromagnetnya antar 10 hingga 25 kali arus nominal beban sehingga sangat cocok dipakai untuk pengaman mesin pengelasan dan mesin X-ray.

Pemasangan peralatan pengaman arus lebih

Prinsip utama dari pemasangan pengaman arus lebih yaitu berfungsi untuk mengamankan jaringan (kabel) dibawahnya (setelah pengaman) akibat dari gangguan beban lebih atau hubung singkat. Oleh karena itu posisi urutan yang tepat pada rangkaian adalah posisi awal. Sehingga bila hantaran dibawahnya (setelah pengaman) ada gangguan maka pengaman ini akan cepat memutuskan rangkaian sehingga kabel tidak menjadi panas yang melebihi batas.

Pengaman gangguan

Perangkat pengaman arus lebih pada rangkaian yang tidak melebihi 32 A akan memiliki waktu pemutusan tidak boleh melebihi 0,4 s. Ketentuan ini dimaksudkan selain sebagai pengaman beban lebih juga sebagai pengaman hubung singkat. Waktu pemutusan menjadi sangat penting karena adanya pemanasan hantaran semakin lama semakin memanaskannya sehingga sebelum isolasi meleleh kepanasan harus secepatnya diputus tegangan listrik oleh pengaman itu sendiri. persamaan untuk menghitung waktu operasi maksimum dari perangkat pelindung yang diizinkan kenaikan suhu konduktor sebagai berikut:

$$t = \frac{k^2 A^2}{Ik^2} \quad \ldots\ldots \text{(s)}$$

Dimana,

t = durasi waktu dalam hitungan detik

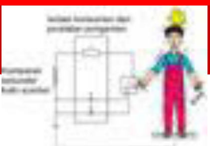
A = luas penampang konduktor dalam milimeter persegi

I_k = arus hubung pendek, arus rms dalam ampere

k = konstanta pada logam konduktor dan jenis insulation (Tabel 43 A)

Contoh

Kabel tembaga 10 mm^2 berisolasi mineral berselubung PVC, kabel terjadi hubung singkat saat bertegangan 400 V. Impedansi dari rangkaian hubung singkat adalah



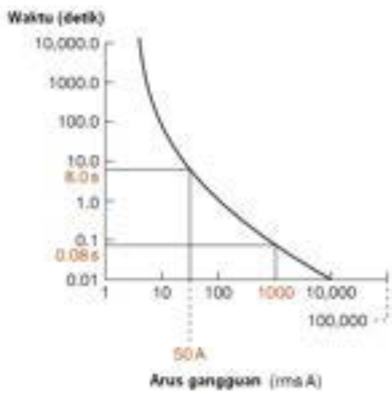
0,1 Ohm. Hitung waktu pemutusan maksimum yang diperbolehkan jika arus nominal 50 A, MCB tipe B yang memenuhi persyaratan ini.

Jawab, **I =** $\frac{V}{Z}$ **(A)** → I = $\frac{400V}{0{,}1\ Ohm}$ = 4000 A

→ Arus gangguan sebesar 4000 A.

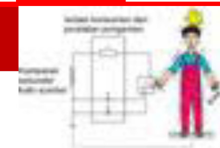
$$t = \frac{k^2A^2}{Ik^2}\ (s) = \frac{115^2\ x\ \ 10^2}{4000^2} = 82.66 \times 10^{-3}\ s$$

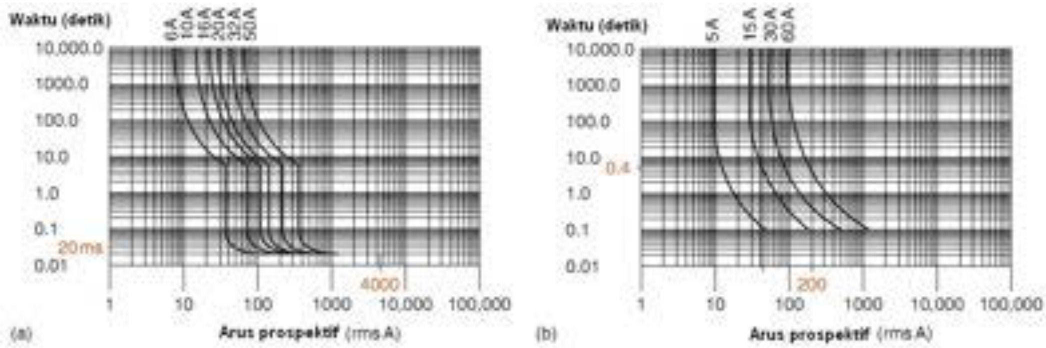
Waktu maksimum pemutusan arus gangguan 4000 A pada penampang kabel sebesar 10 mm^2 tanpa berbahaya terhadap suhu kabel pada detik ke ***82.66 ms.***



Gambar 12.3.: Kurve pemutusan pengaman lebur

Direkomendasikan pengaman akan trip atau akan memutuskan tegangan kurang dari 82,66 ms dalam kondisi hubung singkat.





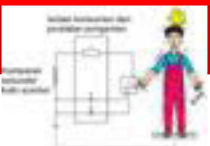
Gambar 12.4.: Kurve pemutusan (a) MCB dan (b) sekering lebur

Karakteristik peralatan pengaman terhadap arus dan waktu

Pemutusan pengaman tergantung pada arus yang berbentuk logaritmik dan sangat bervareatif. Ini berarti bahwa, setiap skala garis axis (horizontal) bertingkat 10 kali nilai dari sebelumnya. Skala logaritmik yang ditampilkan pada grafik mulai 1 amper hingga 10.000 amper seperti Gambar 12.4 dan 12.5. Dari Gambar 12.4 dapat dilihat bahwa peralatan pengaman khusus diekspresikan dengan karakteristik pemutusan waktu 8 s untuk memutuskan arus gangguan sebesar 50 A dan pemutusan akan semakin cepat menjadi 0,08 s bila terjadi arus gangguan sebesar 1000 A.

Mari kita sekarang kembali ke masalah dengan melihat apakah MCB tipe B akan dapat memutus pasokan listrik dalam waktu kurang dari ***82,66 ms?*** Gambar 12.5 (a) menunjukkan karakteristik waktu. Grafik ini menunjukkan bahwa kesalahan atau gangguan arus sebesar 4000 A, maka perangkat pemutus memerlukan waktu pemutusan 20 ms. Jadi, jelaslah ini adalah waktu pemutusan MCB Tipe B lebih cepat. Sedangkan menurut hitungan, paling lama waktu pemutusannya membutuhkan waktu *82,66 ms.* Sehingga MCB 50 A Tipe B cocok untuk memutuskan rangkaian , karena dapat memutuskan lebih cepat sebelum suhu kabel naik dan berbahaya.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa arus prospektif gangguan dibutuhkan pemutus MCB karena akurasi dan ketepatan waktunya terjamin. Namun demikian, waktu selalu tergantung pada berapa kali kelipatan nilai arus gangguan terhadap arus nominal peralatan pengaman. Beberapa hal tergantung pada karakteristik perangkat tertentu.



Dengan demikian:

a. Tipe B MCB sesuai standar EN 60898 memiliki kelipatan dari 5 x I_N

b. Tipe C MCB sesuai standar EN 60898 memiliki kelipatan dari 10 x I_N

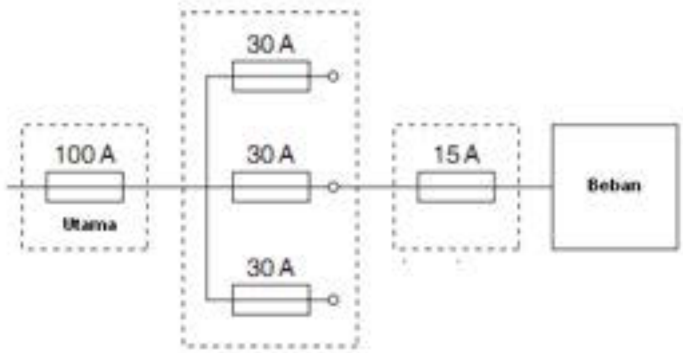
c. Tipe D MCB sesuai standar EN 60898 memiliki kelipatan dari 20 x I_N.

Contoh

MCB 6A, Tipe B digunakan untuk melindungi sirkit pencahayaan rumah domestik MCB akan bereaksi dalam waktu 0,4 s ketika mengalir arus sebesar 30 A (yaitu dalam kondisi rangkaian rusak), padahal arus nominalnya adalah I_N = 6 A.. Oleh karena itu jika impedansi loop pembumian nilainya cukup rendah untuk dapat mengalirkan arus 30 A pada saat kondisi rangkaian gangguan, maka peralatan pengaman akan beroperasi sesuai dengan waktu yang dipersyaratkan.

Diskriminasi alat pelindung yang efektif

Jika, terjadi gangguan pada instalasi listrik, maka hanya perangkat pengaman terdekat kesalahan yang harus beroperasi (trip atau putus), sementara sirkit lain yang aman tidak boleh terpengaruh. Sebuah rangkaian yang dirancang untuk memenuhi persyaratan ini maka instalasinya akan dianggap memiliki diskriminasi yang efektif. Diskriminasi yang efektif dapat dicapai dengan pengamanan yang bergradasi karena kecepatan waktu saat operasi (trip) alat pelindung akan semakin meningkat kecepatannya tatkala terjadi kenaikan rating current-nya. Hal ini dapat dilihat pada Gambar12.5 (b). Sebuah arus lebih mengalir sebesar 200 A, jika pengaman yang dipakai adalah pengaman lebur 15 A maka sekering semi-tertutup tersebut langsung akan melelehkan kawat elemen hingga putus dalam waktu sekitar 0,1 s, jika diganti I_N = 30 A, maka sekering akan putus di sekitar 0,4 s dan jika diganti sekering dengan I_N = 60 A maka pemutusanya butuh waktu sekitar 5,0 detik.

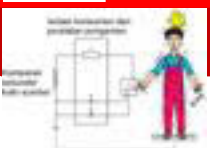


Gambar 12.5.: Diskriminasi efektif

Jika rangkaian pengaman dan kapasitasnya disusun seperti ditunjukan pada Gambar 12.6. kemudian terjadi gangguan pada bebannya dan jika pemutusannya termasuk memenuhi diskriminasi efektif, maka hanya sekering dengan I_N = 15 A saja yang harus putus. Fuse selain itu tidak boleh putus. Sebuah sekering dapat beroperasi lebih cepat dari pada perangkat pelindung lain. Dan jika semua sekering dengan jenis yang sama seperti pada karakteristik yang ditunjukkan pada Gambar. 12.5 (b) maka pemutusan sekering akan memenuhi persyaratan diskriminatif efektif bila pengaman diatasnya lebih besar atau sesuai dengan tabel pemutusan pengaman yang dikeluarkan oleh perusahaan. Keamanan pasokan yang mencapai dan memenuhi persyaratan diskriminasi efektif, akan menjadi pertimbangan penting bagi seorang disainer atau teknisi listrik.

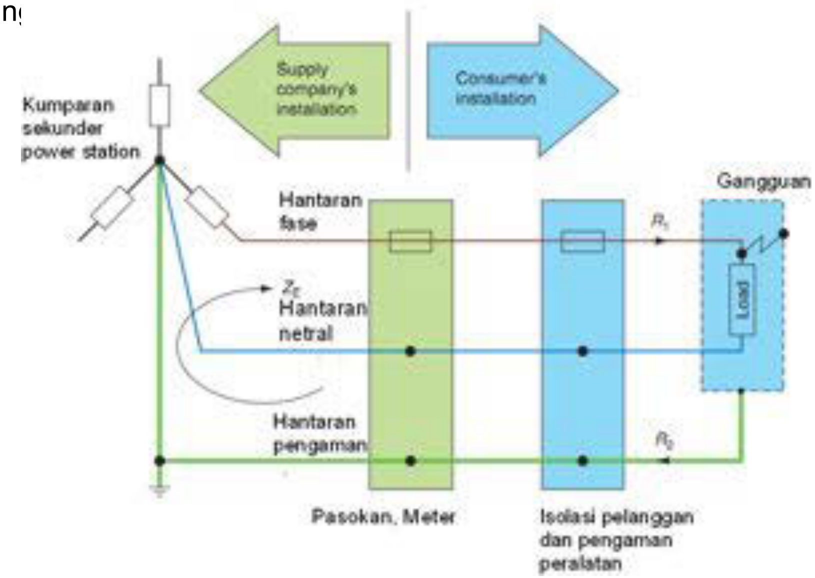
Impedansi rangkaian pentanahan Z_S

Agar perangkat proteksi arus dapat beroperasi dengan sukses dan memenuhi waktu pemutusan yang diperlukan sesuai peraturan, maka sirkit akhir yang tidak melebihi 32 A harus memiliki waktu pemutusan tidak lebih dari *0,4 s.* Untuk mencapai hal ini, maka nilai impedansi loop pembumian diukur dalam ohm dan hasilnya harus kurang dari nilai-nilai yang diberikan. Nilai dari impedansi loop gangguan pentanahan dapat diverifikasi melalui sebuah tes impedansi loop arde seperti yang dijelaskan dalam Bab 14 buku ini. Rumusnya adalah :



$$Zs = Z_E + (R1 + R2) \quad \ldots \quad (\Omega)$$

Zs adalah impedansi dari sisi suplai gangguan rangkaian pembumian. Nilai aktual ini akan tergantung pada banyak faktor: *jenis pasokan*, *kondisi tanah*, *jarak dengan trafo* dll. Nilai resistansi minimalnya dapat diperoleh dari otoritas perusahaan listrik daerah, tapi nilai-nilai khususnya adalah *0,35* Ω untuk pasokan sistem TN-C-S (pelindung dengan beberapa pembumian, PME) dan *0,8* Ω untuk pasokan sistem TN - S (kabel pembumian berselubung). Seperti pada rumus di atas, *R1* adalah resistansi dari konduktor line dan *R2* adalah resistansi dari penghantar pembumian. Jalur ran ar 12.7.



Gambar 12.6.: Rangkaian kesalahan pembumian pada sistem TN-S.

Nilai-nilai R1 + R2 telah dihitung untuk tembaga dan konduktor aluminium.

Contoh

Rangkaian radial stop kontak 20 A dengan kabel NYA 2,5 mm^2. Kabel PVC tersebut digabungkan dengan CPC 1,5 mm^2. Panjang kabel 30 m dipasang pada suhu sekitar 20 °C dan pengaman konsumen sebesar 20 A dengan MCB Tipe B. Impedansi rangakaian gangguan sumber adalah 0,5 Ω. Hitung jumlah impedansi

kesalahan rangkaian pembumian Z_S dan tetapkan bahwa nilai pemutusannya kurang dari nilai maksimum.

Rumus impedansi pembumian:

$$Zs = Z_E + (R1 + R2)$$

$$Z_E = 0{,}5\ \Omega$$

Dari nilai yang diberikan dalam Tabel 9A dan Tabel 12.1. Yaitu kabel fase 2,5 mm^2 dengan konduktor pelindung 1,5 mm^2 memiliki nilai (R1 + R2) dari 19,51 x 10^{-3} Ohm /m. Untuk kabel sepanjang 30 m yaitu (R1 + R2) = 19,51 x 10^{-3} Ω/m x 30 meter = 0,585 Ω.

Namun, dalam kondisi ada gangguan suhu dan resistansi kabel akan meningkat. Untuk mempertimbangkan hal ini, kita harus mengkalikan nilai resistansi kabel dengan faktor pada table 9-C, yaitu 1,20.

Jadi : *0,585* Ω *x 1,20 = 0,702* Ω

Dan total impedansi rangkaian gangguan pembumian adalah:

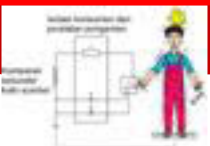
$$Zs = 0{,}5\ \Omega + 0{,}702\ \Omega = 1{,}202\ \Omega$$

Tabel 12.2.

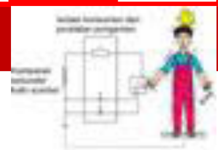
Nilai Ω /meter untuk penghantar tembaga dan Aluminium serta R1 + R2 per meter pada 20 ° C dalam milliohm / meter.

Sumber: Tabel 9A dari IEE On SiteGuide

Penampang hantaran		Resistansi per meter	
Fase	Pengaman	Cu	Al
1	-	18.10	
1	1	36.20	
1,5	-	12.10	
1,5	1	30.20	
1,5	1,5	24.20	
2,5	-	7.41	



2,5	1	25.51	
2,5	1,5	19.51	
2,5	2,5	14.82	
4	-	4.61	
4	1,5	16.71	
4	2,5	12.02	
4	4	9.22	
6	-	3.08	
6	2,5	10.49	
6	4	7.69	
6	6	6.16	
10	-	1.83	
10	4	6.44	
10	6	4.91	
10	10	3.66	
16	-	1.15	1.91
16	6	4.23	-
16	10	2.98	-
16	16	2.30	3.82
25	-	0.727	1.20
25	10	2.557	-
25	16	1.877	-
25	25	1.454	2.40
35	-	0.524	0.87
35	16	1.674	2.78
35	25	1.251	2.07
35	35	1.048	1.74
50	-	0.387	0.64
	25	1.114	1.84
	35	0.911	1.51



	50	0.774	1.28
Sumber: IEE			

Tabel 12.3.

Impedansi rangkaian gangguan pembumian maksimum *Zs*, MCB Tipe B Impedansi rangkaian gangguan pembumian maksimum terukur (Ω) ketika peralatan pengaman arus lebih menggunakan MCB Tipe B.

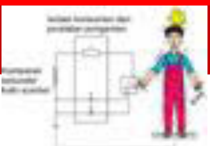
	Rating Current MCB							
	6	**10**	**16**	**20**	**25**	**32**	**40**	**50**
Pemutusan Zs pada 0,4 s	**7,67**	**4,6**	**2,878**	**2,3**	**1,84**	**1,44**	**1,15**	**0,92**

Nilai maksimum yang diizinkan ditentukan pada tabel 2A yaitu MCB 20 A dengan stop kontak 2,3 Ω seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 12.3. Impedansi rangkaian gangguan pembumian kurang dari nilai tersebut dan oleh karena itu alat pelindung akan dapat beroperasi diperlukan waktu pemutusan 0,4 s.

Ukuran penghantar pengaman

CPC merupakan bagian integral dari total impedansi rangkaian gangguan pentanahan, sehingga diperlukan pemeriksaan bahwa penampang konduktor ini telah memadai. Jika penampang dari CPC sesuai dengan peraturan yang diberlakukan maka tidak perlu melakukan pemeriksaan lebih lanjut. Dimana hantaran fase dan hantaran pengaman terbuat dari bahan yang sama, bahwa:

- untuk hantaran fase dengan atau penampang kurang dari 16 mm^2, hantaran pengaman yang dibuat harus sama dengan hantaran fase;
- untuk hantaran fase lebih besar dari 16 mm^2 tetapi kurang dari 35 mm^2, hantaran pengaman memiliki luas penampang 16 mm^2;



- untuk hantaran fase lebih besar dari 35 mm^2, hantaran pengaman harus setengah ukuran dari hantaran fase.

Namun, dimana dan kapan saja penampang hantaran tidak sesuai pada tabel, maka harus menggunakan rumus:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k} \ldots \text{(mm)},$$

dimana,

S = luas penampang dalam mm^2

I = nilai kesalahan arus maksimum dalam amper

t = waktu operasi peralatan pengaman

k = faktor pengamanan penghantar.

Contoh 1

Sebuah pasokan tegangan 230 V pada rangkaian utama soket (stop kontak) menggunakan kabel 2,5 mm^2 dengan hantaran CPC terpisah (1,5 mm^2). Impedansi rangkaian gangguan pembumian 115 , jika peralatan pengaman dipakai sekering lebur, maka:

$$I = \frac{V}{Zs} \ldots \text{(A)} \quad \rightarrow \quad I = \frac{230}{115} = 200 \text{ A}$$

t = untuk peralatan pelindung maksimum 32 A yaitu waktu pemutusannya adalah 0,4 s. Waktu yang dipakai untuk memutuskan gangguan arus 200 amper harus juga selama 0,4 s.

Jika k = 115, maka:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k} = \frac{\sqrt{(200A)^2 x\, 0{,}4\, s}}{115} = 1{,}10 \text{ mm}^2$$

Jadi penampang CPC yang dipakai adalah 1,5 mm^2, yaitu yang mendekati hasil hitungan diatas 1,10 mm^2 .*Contoh 2*

Sebuah pasokan sistem TN kawat pemanas dengan penampang kabel 2.5 mm^2 berisolasi PVC kabel tembaga dan menggabungkan dengan kabel CPC 1,5 mm^2. Rangkaian ini benar dilindungi dengan sekering 15 A semi-tertutup.

Tentukan dengan perhitungan bahwa ukuran CPC adalah sudah cukup memadai untuk memenuhi persyaratan.

Untuk rangkaian akhir kurang dari 32A waktu operasi maksimum dari perangkat pelindung 0,4 s. Dari Gambar 12.5. (b) dapat dilihat bahwa arus gangguan 90 A akan memutuskan sekering 15 A dalam waktu 0,4 s. Jadi, dalam hal ini dapat dinyatakan bahwa arus gangguan 90 A akan memutuskan sebuah sekering semi-tertutup I_N = 15 A pada waktu 0,4 s.

I = 90 A

T = 0,4 s

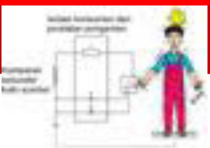
k = 115

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k} = \frac{\sqrt{(90A)^2 x\, 0,4\, s}}{115} = 0,49 \text{ mm}^2$$

CPC kabel lebih besar dari 0,49 mm^2 dan oleh karena itu cocok. Jika hantaran pelindungnya adalah terpisah, yaitu *tidak merupakan bagian dari kabel* seperti dalam contoh ini dan tidak tertutup dalam sistem kabel seperti pada Contoh 1, penampang konduktor pelindung harus tidak kurang dari 2,5 mm^2 dimana pengaman mekanik yang disediakan 4,0 mm^2.

Perlindungan tambahan: RCD

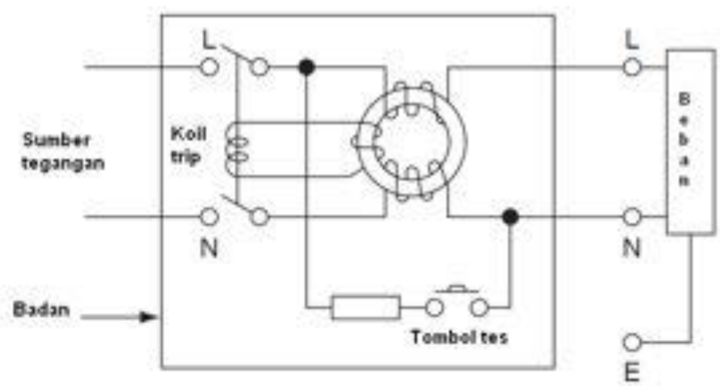
Bila diperlukan untuk memberikan perlindungan terbaik dari sengatan listrik dan resiko kebakaran, perangkat proteksi gangguan pembumian (pentanahan) digabungkan dalam rangkaian instalasi. Tujuan dari peraturan tentang perangkat ini adalah agar pemutusan gangguan pembumian dapat berlangsung dengan sangat cepat, kurang dari 0,4 s untuk pada semua sirkit akhir yang tidak melebihi 32 A dengan membatasi tegangan yang mungkin terjadi pada bagian logam yang terbuka dalam kondisi rusak untuk tidak melebihi 50 V. Peralatan ini akan terus memberikan



perlindungan yang memadai diseluruh kehidupan instalasi bahkan jika kondisi pembumian memburuk. Ini kontras sekali dengan perlindungan yang diberikan oleh perangkat arus lebih, yaitu membutuhkan resistansi rangkaian pembumian impedansi yang rendah.

Peraturan meyebutkan, bahwa RCD adalah sebagai perlindungan tambahan bila terjadi kegagalan untuk perlindungan dasar, perlindungan gangguan atau kecerobohan oleh para pengguna instalasi.

Rangkaian dasar untuk RCD fase tunggal ditunjukkan pada Gambar 12.8. RCD modern telah dibuat kepekaan trip antara 10 mA dan 30 mA, dan karena itu rangkaian yang rusak dapat diisolasi terlebih dahulu sebelum batas minimal yang dapat mematikan manusia (sekitar 50 mA).



Gambar 12.7.: Diagram RCD

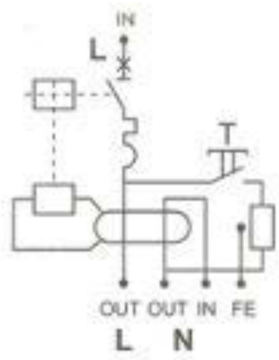
Pada unit PHB di industri skala menegah ke atas, sekitar setengah dari jumlah total rangkaian akhir telah dilindungi oleh RCD. Jika sebuah gangguan pada salah satu rangkaian akhir akan menyebabkan semua yang dilindungi sirkit RCD dapat menyebabkan terganggu.

Akhirnya, mungkin harus dikatakan bahwa metode yang sangat mudah untuk memberikan perlindungan terhadap orang atau binatang yang sama-sama menyentuh hantaran fase dan netral hingga saat ini belum dibuat. Keselamatan rangkaian akhir dari instalasi tergantung pada keterampilan dan pengalaman

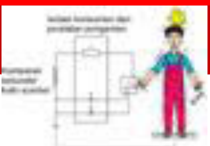
kontraktor listrik serta pengertian yang baik oleh para pengguna energi listrik itu sendiri.

RCBOs (residual current circuit breaker with overload protection)

Adalah kombinasi RCD dengan MCB pada satu unit. Peralatan listrik ini relative lebih ekonomis bila dibandingkan harus memasang keduanya secara terpisah.



Gambar 12.8.: RCD hybrid MCB



Cek pemahaman knowledge

Ketika telah menjawab pertanyaan, bandingkan dengan jawaban dibagian belakang buku ini.

Catatan :

Lebih dari satu jawaban pilihan ganda kemungkinan benar.

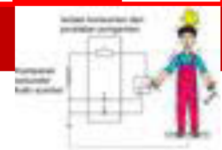
---

1. Hantaran pentanahan adalah salah satu definisi dari:
   a. bumi
   b. pembumian
   c. ikatan konduktor
   d. Hantaran pengaman rangkaian.

2. Sebuah hantaran pengaman disambung pada badan kontak terbuka peralatan dengan terminal pembumian utama adalah salah satu definisi dari:
   a. bumi
   b. pembumian
   c. ikatan konduktor
   d. Hantaran pengaman rangkaian.

3. Sebuah hantaran pengaman disambung dengan badan kontak terbuka asing bersama adalah salah satu definisi dari:
   a. bumi
   b. pembumian
   c. ikatan konduktor
   d. Hantaran pengaman rangkaian.

4. Tindakan menghubungkan bagian konduktif terbuka dari instalasi untuk terminal pembumian utama disebut:
   a. bumi
   b. pembumian



c. ikatan konduktor

d. Hantaran pengaman rangkaian

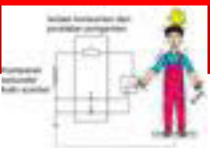
5. Tindakan menghubungkan bersama bagian konduktif terbuka dan asing adalah disebut:
   a. pembumian
   b. ikatan
   c. perlindungan dasar
   d. perlindungan kesalahan.

6. Perlindungan yang diberikan oleh isolasi bagian aktif disebut:
   a. bagian konduktif luar
   b. perlindungan dasar
   c. bagian konduktif terbuka
   d. perlindungan kesalahan.

7. Logam dari instalasi listrik disebut:
   a. bagian konduktif terbuka
   b. perlindungan dasar
   c. bagian konduktif terekspos
   d. perlindungan kesalahan.

8. Logam bagian dari struktur bangunan, pipa serta layanan lainnya disebut:
   a. bagian konduktif luar
   b. perlindungan dasar
   c. bagian konduktif terbuka
   d. perlindungan kesalahan.

9. Perlindungan yang diberikan oleh ikatan ekipotensial dan pemutusan pasokan otomatis disebut:
   a. bagian konduktif luar



b. perlindungan dasar

c. bagian konduktif terbuka

d. perlindungan kesalahan.

10. Memotong sumber listrik untuk menjamin keamanan karyawan bekerja pada peralatan listrik adalah salah satu definisi dari:

a. perlindungan dasar

b. perlindungan kesalahan

c. ekipotensial

d. isolasi switsing.

11. Sebuah arus yang melebihi nilai arus dalam kondisi normal adalah salah definisi dari:

a. perlindungan kesalahan

b. kelebihan arus

c. kelebihan beban saat ini

d. arus-pendek.

12. Ikatan terlemah dalam rangkaian yang didisain akan mencair ketika arus mengalir adalah salah satu definisi::

a. perlindungan kesalahan

b. konduktor pelindung sirkuit

c. sekering

d. unit konsumen.

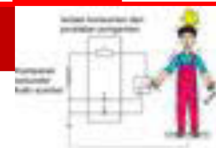
13. Sirkit yang tidak melebihi 32 A pada sebuah bangunan yang dilengkapi dengan suplai tegangan 230 V sistem TN harus memiliki waktu pemutusan maksimum tidak melebihi:

a. 0,2 s

b. 0,4 s

c. 5.0 s

d. terbatas.



14. Untuk memastikan operasi yang efektif dari alat proteksi arus lebih, gangguan rangkaian pembumian harus memiliki:
    a. pasokan 230 V
    b. resistensi yang sangat rendah
    c. sekering atau MCB pada hantaran fase
    d. resistansi yang sangat tinggi.

15. Jelaskan mengapa instalasi listrik membutuhkan alat pelindung.

16. Sebutkan empat faktor yang mempengaruhi pemilihan alat perlindungan .

17. Sebutkan lima persyaratan penting untuk perangkat yang dirancang untuk pengamanan arus lebih.

18. Gambarkan perlakuan sekering saat kondisi gangguan.

19. Nyatakan arti diskriminasi yang diterapkan pada pengaman rangkaian.

20. Gunakan sket untuk menunjukan bagaimana diskriminasi dapat diterapkan pada sepotong peralatan yang terhubung pada rangkaian akhir.

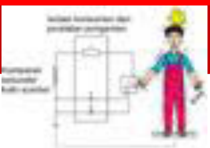
21. Daftarlah bagian terbuka pada instalasi.

22. Daftar bagian asing pada bangunan.

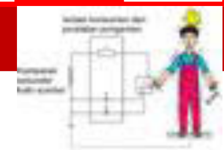
23. Gunakan sket untuk menunjukkan jalan yang diambil oleh arus gangguan bumi.

24. Gunakan poin-poin dan sketsa sederhana untuk menggambarkan operasi dari sebuah RCD.

25. Sebutkan kebutuhan RCD pada instalasi listrik, kebutuhan untuk:
a. rangkaian tersedia soket dengan arus pengenal tidak melebihi 20 A dan
b. untuk digunakan pada peralatan yang bergerak diluar rumah.

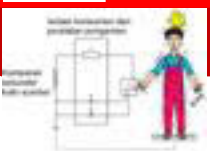


26. Gambarkan aplikasi untuk RCBOs.
27. Sebutkan arti perlindungan Gangguan.
28. Sebutkan arti perlindungan dasar.



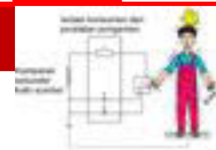
Daftar Referensi

1. Willem Maes, Marine Electrical Knowledge, Antwerp Maritim Academy, Belgia 2013.
2. Trevor Linsley, Basic Electrical Installation Work, Fifth Edition, Elsevier Ltd. 2008.
3. Brian Scaddan, Electrical Installation Work,6th ed. Elsevier Ltd.,Italy, 2008.
4. Kimberly Keller, Electrical Safety Code Manual, Elsevier Inc.,USA,2010.
5. Trevor Linsley, Advance Electrical Installation Work, Sixth Edition, Elsevier, Ltd.Italy, 2008.
6. John Wiley, Handbook of International Electrical Safety Practices, Scriverner Publishing LLC, Canada, 2010.
7. ICA, Power Cables & Wires Technical Manual, IIEE Philippines Inc.2010
8. John Cadick, Electrical Safety Handbook, Third Edition, McGraw-Hill, 2006.
9. Ben L. Evridge, Practical Boat Mechanics, McGraw-Hill, United States Act. 2009.
10. Anand Pillay, Terchnology and Safety Marine Systems, Elsevier, USA, 2003.
11. Mukund R. Patel, Shipboard Electrical Power System, Taylor & Francis Group, America, 2012.
12. Leslie Jackson, Reeds-8 General Engineering Knowledge for Marine Enginer, Adlard Coles Nautical, London, 2009.
13. Chris Ludlow, Trade of Electrician, Revision 7, Solas, Irlandia, 2013
14. Dennis T Hall, Practical Marine Electrical Knowledge, Witherby
15. Ed Sherman, Outboard Engines, McGraw-Hill,United State, 2009.
16. Germanischer Lloyd, Rules for Clssification and Construction, GL, Hamburg, 2013
17. Transport Canada, Ships Electrical Standards, Ottawa, 2008
18. Badan Standarisasi Nasional, PUIL 2000, Yayasan PUIL, 2002

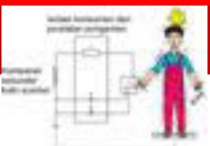


Glosarium

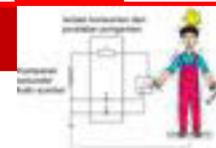
A	
aparat (listrik)	Lihat definisi radas.
Armature	Luminair tanpa lampu, lihat definisi luminair.
arus beban lebih (suatu sirkit)	Arus lebih yang terjadi dalam sirkit pada waktu tidak ada gangguan listrik. (overload current (of a circuit)) – IEV 826-05-07.
arus bocoran	a) (pada suatu instalasi)– arus yang dalam keadaan tidak ada gangguan mengalir ke bumi atau ke bagian konduktif ekstra dalam sirkit; CATATAN: Arus ini dapat mempunyai komponen kapasitif termasuk yang dihasilkan daripenggunaan kapasitor yang disengaja.(leakage current(in an installation)) – IEV 826-03-08. b)arus dalam lintas lain selain yang diinginkan karena isolasi tidak sempurna. (leakage current (syn. earth current)) – IEV 151-03-35.
arus bocoran bumi	Semua arus bocoran dan arus kapasitif antara suatu penghantar dan bumi. (earth current) – IEV 151.
arus gangguan	Arus yang mengalir di titik tertentu pada jaringan listrik karena gangguan di titik lain pada jaringan tersebut. (fault current) – IEV 603-02-25.
arus hubung pendek	a)arus lebih yang diakibatkan oleh gangguan impedans yang sangat kecil mendekati nol antara dua penghantar aktif yang dalam kondisi operasi normal berbeda potensialnya. (short-circuit current) – IEV 441. b) arus lebih karena hubung pendek yang disebabkan oleh gangguan atau hubungan yang salah pada sirkit



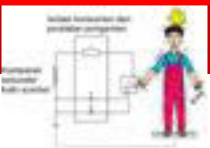
	listrik. (short-circuit current) – IEV 441. c) arus yang mengalir di titik tertentu pada jaringan listrik akibat hubungan pendek di titik lain pada jaringan tersebut. (short-circuit current) – IEV 603-02-27.
arus lebih	a)arus dengan nilai melebihi nilai pengenal tertinggi;(overcurrent)–IEV 151, 441. b)setiap arus yang melebihi nilai pengenalnya; untuk penghantar, nilai pengenalnya adalah Kemampuan Hantar Arus (KHA) penghantar yang bersangkutan. (overcurrent) – IEV 826-05-06.
arus operasi (arus kerja)	Nilai arus yang pada atau di atas nilai tersebut pelepas (release) dapat bekerja. (operating current (of an overcurrent release)) – IEV 441-16-45.
arus pengenal	a) arus operasi yang mendasari pembuatan perlengkapan listrik. b) (belitan suatu transformator) – arus yang mengalir lewat terminal saluran suatu belitan transformator, yang diperoleh dengan membagi daya pengenal oleh tegangan pengenal belitan tersebut dan faktor fase yang tepat. (rated current (of a winding of a transformer)) – IEV 421-04-05.
arus sisa	Jumlah aljabar nilai arus sesaat, yang mengalir melalui semua penghantar aktif suatu sirkit pada suatu titik instalasi listrik. (residual current) – IEV 826-03-09.
arus sisa operasi	Arus terkecil yang dapat mengetripkan gawai proteksi arus sisa dalam waktu yangditentukan.
arus trip (arus bidas)	Arus yang menyebabkan gawai proteksi bekerja.



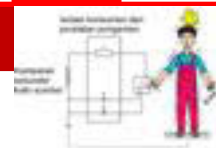
B	
bagian aktif	Penghantar atau bagian konduktif yang dimaksudkan untuk dilistriki pada pemakaian normal; termasuk di dalamnya penghantar netral, tetapi berdasarkan perjanjian (konvensi) tidaktermasuk penghantar PEN. CATATAN Bagian aktif ini tidak berarti dapat menyebabkan risiko kejut listrik.(live part) – IEV 826-03-01.
bagian konduktif	Bagian yang mampu menghantarkan arus walaupun tidak harus digunakan untukmengalirkan arus pelayanan. (conductive part) – IEV 441-11-09.
Bagian Konduktif Ekstra (BKE)	bagian konduktif yang tidak merupakan bagian dari instalasi listrik dan dapat menimbulkan potensial, biasanya potensial bumi.(extraneous conductive part) – IEV 826-03-03.
Bagian Konduktif Luar (BKL)	lihat definisi Bagian Konduktif Ekstra.
Bagian Konduktif Terbuka (BKT)	a)bagian konduktif yang gampang tersentuh dan biasanya tak bertegangan, tetapi dapat bertegangan jika terjadi gangguan. CATATAN 1 Bagian Konduktif Terbuka yang khas adalah dinding selungkup gagang operasi, dan lain-lain. (exposed conductive part) – IEV 826-03-02. b)bagian konduktif perlengkapan listrik yang dapat tersentuh dan biasanya tidak bertegangan, tetapi dapat bertegangan jika terjadi gangguan. CATATAN 2



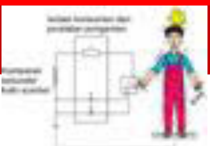
	Bagian konduktif perlengkapan listrik yang hanya dapat bertegangan dalam kondisi gangguan melalui BKT tidak dianggap sebagai BKT. (exposed conductive part) – IEV 441-11-10.
bahan kebal bakar	bahan yang tidak akan terbakar selama pemakaiannya sesuai dengan tugas yang diperuntukkan baginya; atau tidak akan terus menyala setelah dibakar.
baterai kotak	perlengkapan hubung bagi (PHB) yang terdiri atas beberapa kotak yang umumnya sejenis seperti kotak rel, kotak cabang, kotak pengaman lebur, dan kotak sakelar yang dirakitmenjadi satu.
beban lebih	a)Kelebihan beban aktual melebihi beban penuh. CATATAN : Istilah "beban lebih" tidak digunakan sebagai sinonim arus lebih.(overload) – IEV 151, 441-11-08. b)Keadaan operasi dalam sirkit yang menimbulkan arus lebih, meskipun sirkit itu secara listrik tidak rusak.
beban penuh	Nilai beban tertinggi yang ditetapkan untuk kondisi pengenal operasi. (full load) – IEV 151-03-16.
Bumi	Massa konduktif bumi, yang potensial listriknya di setiap titik mana pun menurut konvensi sama dengan nol. (earth) – IEV 151-01-07.
C	
celah proteksi	Celah dengan jarak tertentu sehingga, jika terjadi gangguan dalam sirkit, akan bekerjasebagai proteksi dengan cara mengalirkan arus melalui celah tersebut, sesuai dengan tingkat proteksi yang dikehendaki.



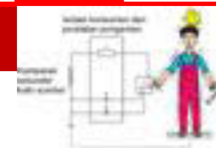
celah tegangan lebih	celah proteksi yang bekerja sebagai proteksi berdasarkan tegangan lebih tertentu yang terjadi karena gangguan dalam sirkit yang bersangkutan.
E	
elektrode batang	elektrode dari pipa logam, baja profil, atau batang logam lainnya yang dipancan gkan ke bumi.
elektrode bumi	bagian konduktif atau kelompok bagian konduktif yang membuat kontak langsung danmemberikan hubungan listrik dengan bumi. earth electrode) – IEV 826-04-02, 461-06-18, 195-02-01, 604-04-03..
elektrode gradien potensial	elektrode sistem pembumian, yang dipasang khusus untuk menurunkan tegangan langkah.
elektrode pelat	elektrode dari bahan logam pejal atau berlubang, pada umumnya ditanam dalam-dalam.
elektrode pita	elektrode yang dibuat dari penghantar berbentuk pipih, bun dar, atau pilin yang padaumumnya ditanam secara dangkal.
elemen lebur	bagian dari pengaman lebur yang dirancang agar lebur bila pengaman lebur bekerja.(fuse-element) – IEV 441
G	
gangguan	a)segala perubahan yang tidak dikehendaki, yang melemahkan kerja normal; b)kejadian yang tidak direncanakan atau kerusakan pada barang, yang dapat mengakibatkan satu kegagalan atau lebih, baik pada barang itu sendiri, ataupun pada



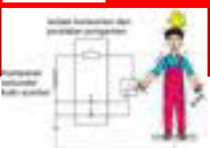
	perlengkapan yang berhubungan dengan barang itu.(fault) – IEV 151-03-39, 604-02-01.
gangguan bumi	a)kegagalan isolasi antara penghantar dan bumi atau kerangka. b)gangguan yang disebabkan oleh penghantar yang terhubung ke bumi atau karena resistans isolasi ke bumi menjadi lebih kecil daripada nilai tertentu. (earth fault) – IEV 195-04-14.
gangguan isolasi	cacat pada isolasi perlengkapan, yang dapat mengakibatkan dielektrik tertembus atau arus abnormal mengalir lewat isolasi. (insulation fault) – IEV 604-02-02.
gangguan permanen	gangguan yang mempengaruhi gawai dan menghalangi kepulihan pelayanannya selama belum ada tindak perbaikan atas titik gangguan. (permanent fault) – IEV 604-02-10.
gawai (listrik)	perlengkapan listrik yang digunakan dalam kaitan dengan, atau sebagai pembantu pada, perlengkapan listrik lain; misalnya termostat, sakelar, atau transformator instrumen.– IEEE, .
Gawai Proteksi Arus Sisa (GPAS)	gawai yang digunakan sebagai pemutus, yang peka terhadap arus sisa, yang dapat secara otomatis memutuskan sirkit termasuk penghantar netralnya, dalam waktu tertentu bila arus sisa yang timbul karena terjadinya kegagalan isolasi melebihi nilai tertentu sehinggabertahannya tegangan sentuh yang terlalu tinggi dapat dicegah.
Gawai Proteksi Arus Lebih (GPAL)	gawai penyakelaran mekanis atau sekumpulan gawai yang dirancang untuk menyebabkan terbukanya kontak jika arus lebih mencapai nilai yang diberikan dalam



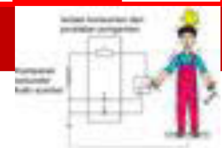
	kondisi yangditentukan.
H	
hubung pendek	hubungan antara dua titik atau lebih dalam suatu sirkit melalui impedans yang sangat kecil mendekati nol. (short-circuit) – IEV 441.
I	
instansi yang berwenang	instansi yang bertanggung jawab atas pelaksanaan perundang-undangan yang berkaitan dengan penginspeksian, verifikasi dan perizinan pemasangan instalasi.
instalasi darurat	instalasi yang digunakan untuk penerangan dan tenaga listrik pada waktu terjadi gangguan pada sistem penyuplai tenaga listrik dan penerangan yang normal.
instalasi domestik	instalasi dalam bangunan yang digunakan sebagai tempat tinggal.
instalasi pelanggan	instalasi listrik yang terpasang sesudah meter di rumah atau pada bangunan.
instalasi lampu	luah tabung gas instalasi penerangan yang menggunakan lampu tabung gas dan bekerja pada tegangan di atas 1000 V (TM atau TT); misalnya penerangan tanda dan penerangan bentuk.
instalasi listrik bangunan	rakitan perlengkapan listrik pada bangunan yang berkaitan satu sama lain, untuk memenuhi tujuan atau maksud tertentu dan memiliki karakteristik terkoordinasi.(electrical installation (of building)) – IEV 826-01-01.



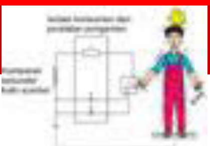
instalasi listrik desa	instalasi untuk pembangkitan, pendistribusian, pelayanan, dan pemakaian tenaga listrik di desa.
instalasi listrik pasangan dalam	instalasi listrik yang ditempatkan dalam bangunan tertutup sehingga terlindung dari pengaruh langsung cuaca.
instalasi listrik pasangan luar	instalasi listrik yang tidak ditempatkan dalam bangunan sehingga terkenai pengaruh langsung cuaca.
instalasi pembangunan	instalasi yang digunakan selama masa pembangunan, pemugaran, pembongkaran atau perombakan gedung dengan pengawatan yang khusus untuk penerangan dan tenaga listrik.
instalasi sementara	instalasi listrik yang pemakaiannya ditetapkan untuk suatu tempat tertentu untuk jangkawaktu sementara sesuai dengan standar/ketentuan yang berlaku paling lama tiga bulan, dan tidak boleh dipakai di tempat lain.
Instrument	gawai untuk mengukur nilai kuantitas sesuatu yang diamati. (instrument) – IEEE, dictionary inti kabel rakitan yang mencakup penghantar beserta isolasinya (dan tabir tapisnya jika ada). (core (of a cable)) - IEV 461-04-04
isolasi	a) (sebagai bahan) -segala jenis bahan yang dipakai untuk menyekat sesuatu; b) (pada kabel) - bahan yang dipakai untuk menyekat penghantar dari penghantar lain, dan dari selubungnya, jika ada; c) (pada perlengkapan) - sifat dielektrik semua bahan isolasi perlengkapan; d) (sebagai sifat)- segala sifat yang terdapat pada



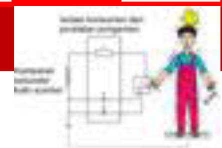
	penghantar karena pengisolasian penghantar. (Insulation) – IEV 195-06-06, 195-06-07, 195-06-08, 195-06-09, 195-02-41.
isolasi dasar	isolasi yang diterapkan pada bagian aktif untuk memberikan proteksi dasar terhadap kejut listrik. CATATAN ke dalam isolasi dasar tidak termasuk isolasi yang digunakan secara khusus untuk tujuan fungsional. (basic insulation) - IEV 826-03-17
isolasi diperkuat	isolasi bagian aktif yang berbahaya yang memproteksi manusia dari kejut listrik setara dengan isolasi ganda. (reinforced insulation) - IEV 826-03-20
isolasi ganda	isolasi yang mencakup isolasi dasar dan isolasi suplemen. (double insulation) - IEV 826-03-19
isolasi suplemen	isolasi independen yang diterapkan sebagai tambahan pada isolasi dasar agar memberikan proteksi untuk manusia dari kejut listrik dalam kejadian kegagalan isolasi. (supplementary insulation) IEV 826-03-18
J	
jangkauan tangan	daerah yang dapat dicapaioleh uluran tangan dari tempat berdiri, tanpa menggunakansarana apapun. (arm’s reach) IEV 195-06-12, 826-03-11.
jarak bebas	jarak antara dua bagian konduktif yang sama dengan rentangan tali terpendek antara bagian konduktif tersebut. (clearance) IEV 441-17-31, 604-03-60.jarak udarajarak terpendek antara dua bagian aktif diukur melintasi udara.



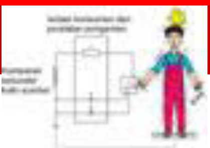
jaringan listrik	sistem listrik yang terdiri atas penghantar dan perlengkapan listrik yang terhubung satu dengan lainnya, untuk mengalirkan tenaga listrik. (electrical network)
K	
kabel berisolasi atau disingkat kabel– rakitan	kabel yang terdiri atas : a)satu inti atau lebih b)selubung individual (jika ada) c)pelindung rakitan (jika ada) d)selubung kabel (jika ada). Penghantar yang tidak berisolasi tambahan dapat digolongkan sebagai kabel. (insulated cable) IEV 461-06-01
kabel fleksibel	kabel yang disyaratkan untuk mampu melentur pada waktu digunakan, dan yang struktur dan bahannya memenuhi persyaratan.(flexible cable) - IEV 461-06-14
kabel tanah	jenis kabel yang dibuat khusus untuk dipasang di permukaan atau dalam tanah, atau dalam air. (underground cable) IEV 601-03-05.
keadaan darurat	keadaan yang tidak biasa atau tidak dikehendaki yang membahayakan keselamatan manusia dan keamanan bangunan serta isinya, yang ditimbulkan oleh gangguan suplai utama listrik.
Kedap	sifat tidak dapat dimasuki sesuatu; misalnya kedap air atau kedap debu.
Kemampuan Hantar Arus (KHA)	arus maksimum yang dapat dialirkan dengan kontinu oleh penghantar pada keadaan tertentu tanpa menimbulkan kenaikan suhu yang melampaui nilai



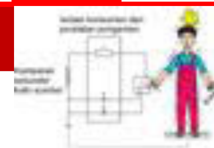
	tertentu. (current carrying capacity) IEV 826-05-05.
kendali	tindakan dengan maksud tertentu pada atau dalam sistem, untuk memperoleh sasaran tertentu. CATATAN Kendali (dapat) termasuk pemantauan (monitoring) dan pelindungan (safe guarding) di samping tindak kendali itu sendiri.(control) – IEV 351.
kontak tusuk (kotak kontak dan tusuk kontak)	susunan gawai pemberi dan penerima arus yang dapat dipindah-pindahkan, untuk menghubungkan dan memutuskan saluran ke dan dari bagian instalasi. Kontak tusuk meliputi : a)kotak kontak – bagian kontak tusuk yang merupakan gawai pemberi arus; b)tusuk kontak – bagian kontak tusuk yang merupakan gawai penerima arus.
Kotak Kontak Biasa (KKB)	kotak kontak yang dipasanguntuk digunakan sewaktu-waktu (tidak secara tetap) bagi peranti listrik jenis apa pun yang memerlukannya, asalkan penggunaannya tidak melebihi batas kemampuannya.
Kotak Kontak Khusus (KKK)	kotak kontak yang dipasang khusus untuk digunakan secara tetap bagi suatu jenis peranti listrik tertentu yang diketahui daya mau pun tegangannya.
kotak sambung	kotak pada sambungan kabel yang melindungi isolasi kabel terhadap udara dan air.
L	
lengkapan	gawai yang melakukan tugas kecil atau sampingan sebagai tambahan, yang berhubungan dengan tetapi



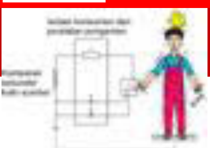
	bukan bagian perlengkapan. (accessory) - IEC 581
luminair	unit penerangan yang lengkap, terdiri atas satu lampu atau lebih dengan bagian yang dirancang untuk mendistribusikan cahaya, dan menempatkan, melindungi, sertamenghubungkan lampu ke suplai daya.
P	
panel hubung bagi	perlengkapan hubung bagi yang pada tempat pelayanannya berbentuk suatu panel atau kombinasi panel-panel, terbuat dari bahan konduktif atau tidak konduktif yang dipasang pada suatu rangka yang dilengkapi dengan perlengkapan listrik seperti sakelar, kabel dan rel.
Perlengkapan hubung bagi	yang dibatasi dan dibagi-bagi dengan baik menjadi petak-petak yang tersusun mendatar dan tegak dianggap sebagai satu panel hubung bagi.
pemanfaat listrik	perlengkapan yang dimaksudkan untuk mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain, misalnya cahaya, bahang, tenaga gerak. (current-using equipment) – IEV 826-07-02.
pembebanan intermiten	pembebanan periodik dengan waktu kerja tidak melampaui 4 menit disel ingi dengan waktu istirahat (beban nol atau berhenti), yang cukup lama untuk mendinginkan penghantar sampai suhu kelilingnya.
pembebanan singkat	pembebanan dengan waktu kerja singkat, tidak melampaui 4 menit, disusul dengan waktu istirahat yang cukup lama, sehingga penghantar menjadi dingin kembali sampai suhukeliling.
	penghubungan suatu titik sirkit listrik atau suatu



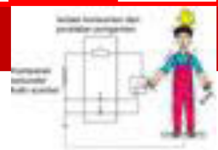
pembumian	penghantar yang bukan bagian dari sirkit listrik, dengan bumi menurut cara tertentu.(earthing)
pemisah	gawai untuk memisahkan atau menghubungkan sirkit dalam keadaan tidak atau hampir tidak berbeban. (Isolator) -
pemutus sirkit (pemutus tenaga)	sakelar mekanis yang mampu menghubungkan, mengalirkan dan memutuskan arus pada pada kondisi sirkit normal, dan juga mampu menghubungkan, mengalirkan untuk jangka waktu tertentu dan memutuskan secara otomatis arus pada kondisi sirkit tidak normaltertentu, seperti pada kondisi hubung pendek(circuit-breaker) – IEV 441
pengaman lebur (sekering)	gawai penyakelaran dengan peleburan satu komponen atau lebih yang dirancang khusus dan sebanding, yang membuka sirkit tempat pengaman lebur disisipkan dan memutus arus bila arus tersebut melebihi nilai yang ditentukan dalam waktu yang sesuai. CATATAN Pengaman lebur meliputi semua bagian yangmembentuk gawai penyakelaran yang utuh. (fuse) – IEC 60269-1
pengedapan (pemakalan)	proses penutupan celah komponen agar mampu menahan masuknya kotoran. (sealing) - IEV 461-10-02.
penghantar aktif	setiap penghantar dari sistem suplai yang mempunyai beda potensial dengan netral atau dengan penghantar yang dibumikan. Dalam sistem yang tidak memiliki titik netral, semua penghantar harus dianggap sebagai penghantar aktif(active conductor) -SAA 0.5.4
penghantar bumi	penghantar dengan impedans rendah, yang secara listrik menghubungkan titik yang tertentu pada suatu perlengkapan (instalasi atau sistem) dengan elektrode



	bumi. (earth conductor) – IEC MDE, 1983, p.76
penghantar netral (N)	penghantar (berwarna biru) yang dihubungkan ke titik netral sistemdan mampu membantu mengalirkan energi listrik. (neutral conductor) – IEC MDE, 1983, p.76
penghantar PEN (nol)	penghantar netral yang dibumikan dengan menggabungkan fungsi sebagai penghantar proteksi dan penghantar netral. CATATAN Singkatan PEN dihasilkan dari penggabungan lambang PE untuk penghantar proteksi dan N untuk penghantar netral. (PEN conductor) – IEC MDE, 1983, p.76, IEV826-04-06.
penghantar pembumian	a)penghantar berimpedans rendah yang dihubungkan ke bumi; b)penghantar proteksi yangmenghubungkan terminal pembumi utama atau batang ke elektrode bumi. (earthing conductor) – IEC MDE, 1983, p.76
penghantar proteksi (PE)	penghantar untuk proteksi dari kejut listrik yang menghubungkan bagian berikut : bagian konduktif terbuka, bagian konduktif ekstra, terminal pembumian utama, elektrode bumi, titik sumber yang dibumikan atau netral buatan. (protective conductor) – IEC MDE, 1983, p.77
penyakelaran (switsing)	proses penghubungan atau pemutusan aliran/arus dalam satu sirkit atau lebih. (switching) – IEV 441.
penyambung berpengedap	penyambung yang menggunakan pengedap yang mampu menghasilkan kedap terhadap zat tertentu.

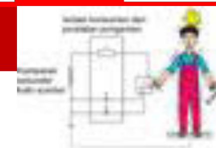


(berpakal)	
peranti listrik	barang pemanfaat listrik, biasanya merupakan unit yang sudah lengkap, pada umumnya bukan perlengkapan industri, lazim dibuat dengan ukuran atau jenis yang baku, yang mengubah energi listrik menjadi bentuk lain,biasanya bahang atau gerak mekanis, di tempat pemanfaatannya. Misalnya pemanggang roti, seterika listrik, mesin cuci, pengering rambut, bor genggam, dan penyaman udara. (electrical appliance) – IEEE dictionary
perlengkapan genggam	perlengkapan randah (portabel) yang dimaksudkan untuk dipegang dengan tangandalam kerja normal, dan motornya, jika ada, merupakan bagian yang menyatu dengan perlengkapan tersebut. (hand-held equipment) – IEC MDE, 1983, p.148
Perlengkapan Hubung Bagi dengan atau tanpa kendali (PHB)	suatu perlengkapan untuk membagi tenaga listrik dan/atau mengendalikan dan melindungi sirkit dan pemanfaat listrik mencakup sakelar pemutus sirkit, papan hubung bagi tegangan rendah dan sejenisnya.
perlengkapan listrik	a)istilah umum yangmeliputi bahan, fiting, gawai, peranti, luminair, aparat, mesin, dan lain-lain yang digunakan sebagai bagian dari, atau dalam kaitan dengan, instalasi listrik. b)barang yang digunakan untuk maksud-maksud seperti pembangkitan, pengubahan, transimisi distribusi atau pemanfaatan energi listrik, seperti, mesin, transformator, radas, instrumen, gawai proteksi, perlengkapan untuk pengawatan, peranti. (electrical equipment) – IEC MDE, 1983, p.148

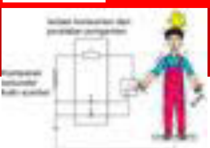


perlengkapan listrik pasangan dalam	perlengkapan listrik yang ditempatkan dalam ruang bangunan tertutup sehingga terlindung dari pengaruh cuaca secara langsung. (indoor electrical equipment) perlengkapan pegun (stasioner) CATATAN Nilai massa tersebut besarnya 18 kg atau lebih menurut standar IEC jika menyangkut peranti rumah-tangga. (stationary equipment) – IEC MDE, 1983, p.148
perlengkapan magun	atau perlengkapan yang tidak mempunyai gagang untuk pegangan, dan yang mempunyai massa cukup besar sehingga tak mudah dipindah-pindah.
perlengkapan portabel (randah)	perlengkapan yang dapat dipindah-pindah ketika bekerja, atau mudah dipindah-pindah dari satu tempat ke tempat lain dalam keadaan tetap terhubung pada sumber listrik.(portable equipment) – IEC MDE, 1983, p.148
PHB cabang	semua PHB yang terletak sesudah PHB utama atau sesudah suatu PHB utama subinstalasi.
PHB utama	PHB yang menerima tenaga listrik dari saluran utama konsumen dan membagikannya ke seluruh instalasi konsumen.
R	
radas (aparat)	perlengkapan listrik yang biasanya terdapat dekat atau di tempat pemanfaatannya, tanpa patokan yang tegas tentang pengertian besar-kecilnya, misalnya generator, motor,transformator, atau pemutus sirkit.
rancangan instalasi listrik	berkas gambar rancangan dan uraian teknik, yang digunakan sebagai pegangan untukmelaksanakan pemasangan suatu instalasi listrik.
rel pembumi	batang penghantar tempat menghubungkan beberapa penghantar pembumi.

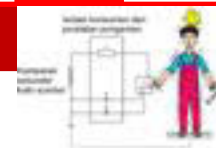
resistans isolasi lantai dan dinding	resistans antara permukaan lantai atau dinding dan bumi.
resistans elektrode bumi	resistans antara elektrode bumi atau sistem pembumian dan bumi acuan/referensi.
resistans pembumian	jumlah resistans elektrode bumi dan resistans penghantar pembumi.
resistans pembumian total	a) resistans dari seluruh sistem pembumian yang terukur di suatu titik, b)resistan antara terminal pembumian utama dan bumi (total earthing resistance) – IEV826 – 04 – 03
ruang kering	ruang yang biasanya tidak lembab. Ruang yang kelembabannya hanya berlaku sewaktu-waktu, sehingga hampir tidak mempengaruhi mutu isolasi, meskipun kelembabannya ituberlangsung dalam jangka waktu lama, digolongkan dalam ruang kering.
ruang kerja kasar	ruang terbuka atau tertutup untuk bermacam-macam pekerjaan kasar.
ruang kerja listrik	ruang khusus yang digunakan untuk pemasangan dan pengusahaan perlengkapan listrik yang berbahaya dan karena itu ruang itu hanya boleh dimasuki oleh orang yang berpengetahuan tentang teknik listrik.
ruang kerja listrik terkunci	ruang kerja listrik yang hanya boleh dibuka dan dimasuki oleh orang yang berwenang.
ruang lembab dan basah	ruang terbuka atau tertutup yang demikian lembab sehingga isolasi yang baik sukar untuk dipertahankan dan resistans isolasi antara badan manusia dan bumi berkurang.
ruang sangat panas	ruang yang suhunya sangat tinggi dengan akibat menurunnya (tidak dapatdipertahankannya) daya sekat



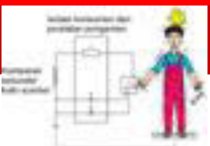
	bahan isolasi yang lazim digunakan di tempat lain, ataumenurunnya resistans listrik tubuh manusia yang berada dalam ruang itu.
ruang uji atau laboratorium listrik	ruang terbuka atau tertutup tempat dilakukan pemeriksaan, pengujian atau percobaan listrik, yang selama berlangsungnya pekerjaan itu hanya boleh dimasuki oleh orang yang berwenang saja.
S	
sakelar	gawai untuk menghubungkan dan memutuskan sirkit dan mengubahnya menjadi berbeban atau tidak.
sakelar pemisah	sakelar untuk memisahkan atau menghubungkan sirkit dalam keadaan tidak atau hampir tidak berbeban (lihat definisi pemutus sirkit).(disconnector)
sakelar pemisah pengaman	sarana pengamanan untuk memisahkan sirkit perlengkapan listrik dari jaringan sumber dengan menggunakan transformator pemisah atau motor generator, pemisahan dimaksudkan untuk mencegah timbulnya tegangan sentuh yang terlalu tinggi pada BKT perlengkapan yang diamankan, bila terjadi kegagalan isolasi dalam perlengkapan tersebut. (protective disconnector)
sakelar utama	sakelar masuk dan keluar pada PHB utama instalasi atau PHB utama subinstalasi.
saluran listrik	seperangkat penghantar, isolator dan lengkapan untuk mengalirkan energi antara dua titik suatu jaringan. (electrical line)
saluran luar	saluran yang dipasang di atas tanah dan di luar bangunan.
sambungan	saluran listrik yang menghubungkan instalasi



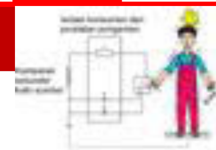
rumah	pelanggandan jaringan distribusi.
saluran tegangan rendah	bagian jaringan tegangan rendah tidak termasuk sambungan pelayanan.
saluran transmisi	saluran listrik yang merupakan bagian dari suatu instalasi, biasanya terbatas pada konstruksi udara. (transmission line) – SAA Wiring rules
saluran utama pelanggan	saluran antara meter atau kotak pelayanan rumah dan PHB utama. (consumer's mains) –SAA Wiring rules
saluran utama subinstalasi	saluran antara PHB utama dan PHB utama subinstalasi, atau saluran antar PHButama subinstalasi. (subinstallation line)
sentuh langsung	persentuhan manusia atau ternak dengan bagian aktif. (direct contact) – IEV 826-03-05
sentuh tak langsung	persentuhan manusia atau ternak dengan bagian konduktif terbuka yang bertegangan jika terjadi gangguan. (indirect contact) – IEV 826-03-06
sirkit akhir	a)sirkit keluar dari PHB, yang dilindungi oleh pengaman lebur dan atau pemutus sirkit, dan yang menghubungkan titik beban atau pemanfaat listrik. b)sirkit yang terhubung langsung ke perlengkapan pemanfaat arus listrik atau ke kotak kontak. (final circuit) – IEV 826-05-03
sirkit cabang	sirkit keluar dari PHB, yang dilindungi oleh pengaman lebur dan atau pemutus tenaga, dan yang menghubungkannya ke PHB lain. (branch circuit)
sistem IT atau sistem Penghantar	sistem yang semua bagian aktifnya tidak dibumikan, atau titik netral dihubungkan ke bumi melalui impedans. BKT instalasi dibumikan secara independen atau kolektif, atau



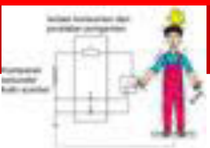
Pengaman (HP)	kepembumian sistem.
sistem TN atau sistem Pembumian Netral Pengaman (PNP)	sistem yang mempunyai titik netral yang dibumikan langsung, dan BKT instalasi dihubungkan ke titik tersebut oleh penghantar proteksi.
sistem TT atau sistem Pembumi Pengaman (PP)	sistem yang mempunyai titik netral yang dibumikan langsung dan BKT instalasi dihubungkan ke elektrode bumi yang secara listrik terpisah dari elektrode bumi sistem tenaga listrik.
T	
tegangan	klasifikasi sistem tegangan adalah sebagai berikut :
	a) tegangan ekstra rendah - tegangan dengan nilai setinggi-tingginya 50 V a.b. atau 120 V a.s. CATATAN Tegangan ekstra rendah ialah sistem tegangan yang aman bagi manusia. b) tegangan rendah (TR) - tegangan dengan nilai setinggi-tingginya 1000 V a.b. atau1500 V a.s.. c) tegangan di atas 1000 V a.b., yang mencakup : 1) tegangan menengah (TM), tegangan lebih dari 1 Kv sampai dengan 35 kV a.b. digunakan khususnya dalam sistem distribusi; (medium voltage) – IEC MDE, 1983, p.435
tegangan elektrode	tegangan antara elektrode dan titik acuan yang ditetapkan, biasanya pada katode. CATATAN



	Kecuali jika dinyatakan lain, tegangan elektrode diukur pada terminal yang tersedia.
tegangan gangguan	tegangan yang timbul antara dua BKT, atau antara BKT dan bumi acuan/referensi.
tegangan langkah	bagian tegangan elektrode bumi antara dua titik di permukaan bumi, yang jaraknya sama dengan satu langkah biasa. (step voltage)
tegangan nominal	a) (pada sistem atau perlengkapan, atau bagian sistem) – nilai tegangan yang lebih kurang sesuai untuk mengidentifikasi sistem atau gawai. CATATAN 1 : Nilai-nilai nominal dibakukan. (nominal voltage) – IEV 601 b) (pada instalasi) – tegangan yang diperuntukkan bagi instalasi atau bagian instalasi. CATATAN 2 : Tegangan aktual bolehberbeda dari tegangan nominal dengan kuantitas yang dibatasi oleh toleransi. (nominal voltage of an instalation) – IEV 826-02-01
tegangan pengenal– (suatu perlengkapan atau gawai)	tegangan yang disyaratkan oleh suatu instalasi atau oleh bagian daripadanya. CATATAN Tegangan yang sebenarnya boleh berbeda dari tegangan nominal sebesar toleransi yang diizinkan.
tegangan sentuh	tegangan yang timbul selama gangguan isolasi antara dua bagian yang dapat terjangkau dengan serempak. CATATAN :

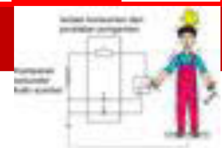


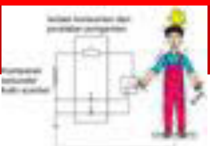
	a) Berdasarkan perjanjian, istilah ini hanya dipakai dalam hubungan dengan proteksi dari sentuh tak langsung. b)Dalam hal tertentu, nilai tegangan sentuh dapat dipengaruhi cukup besar oleh impedans orangyang menyentuh bagian tersebut.(touch voltage) – IEC MDE, 1983, p.437, IEV 826-0302
tegangan sentuh prospektif	tegangan sentuh tertinggi yang besar kemungkinan dapat timbul pada kejadian gangguan dengan impedans sangat kecil mendekati nol dalam instalasi listrik. (prospective touch voltage) – IEV 826-02-03.
tegangan uji	tegangan yang diberikan kepada suatu objek uji untuk menunjukkan sifat isolasi objek tersebut.
titik beban	titik pada sirkit akhir instalasi untuk dihubungkan dengan beban.
titik lampu	titik beban yang dimaksudkan untuk dihubungkan beban penerangan seperti lampu, luminair atau kabel lampu gantung.

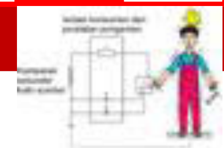


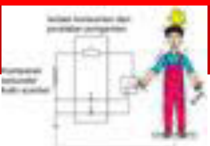
Daftar Gambar

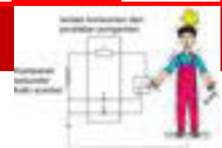
HALAMAN

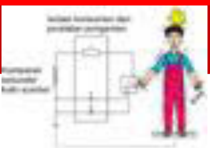




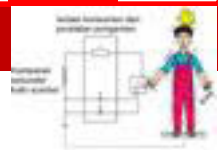








Daftar Tabel

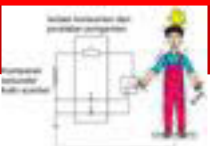


Kunci jawaban pilihan ganda

Kegiatan 1. *Tugas dan Tanggungjawab*

1. d
2. a
3. a, b
4. b, c
5. d
6. d
7. d
8. c
9. a, b
10. b, c, d
11. a, b
12. c, d
13. b, c, d
14. c, d
15. c
16. a

17. sampai nomor 25. Jawabannya ada pada teks 1.



Kegiatan 2. ***Tugas khusus dan peran individu***

1. d

2. a

3. c

4. b

5. c

6. d

7. b

8. a

9. b

10. c

11. a

12. d

13. d

14. a, b, c

15. sampai nomor 24. Jawabannya ada pada teks 2.

Kegiatan 3. ***Sumber informasi teknis dan komunikasi***

1. c

2. d

3. b

4. c

5. d

6. b

7. sampai nomor 12. Jawabannya ada pada teks 3.

Kegiatan 4. ***Teori dan satuan dasar teknik listrik***

1. a

2. c

3. b

4. d

5. a

6. d

7. b

8. a

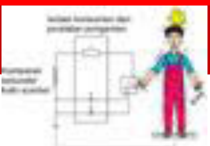
9. c

10. d

11. c

12. b

13. b



14. c

15. d

16. sampai nomor 21. Jawabannya ada pada teks 4.

Kegiatan 5. ***Konsep pengetahuan dasar listrik***

1. a, c

2. b, d

3. a, c

4. b, d

5. a, c

6. b, d

7. c

8. d

9. c

10. d

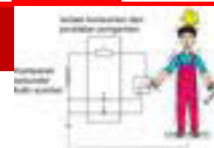
11. d

12. a

13. d

14. a

15. c



16. d

17. c

18. d

19. sampai nomor 30. Jawabannya ada pada teks 5.

Kegiatan 6. ***Kabel dan rangkaian listrik dasar***

1. b

2. c

3. d

4. c, d

5. c

6. d

7. c

8. d

9. a

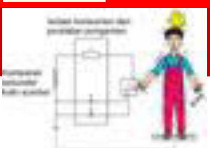
10. b

11. c

12. d

13. c

14. d



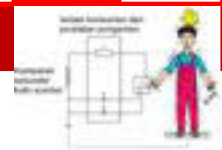
15. sampai nomor 24. Jawabannya ada pada teks 6.

Kegiatan 7. ***Alat dan perlengkapan kerja***

1. a, b
2. a
3. d
4. c
5. c, d
6. b, d
7. sampai nomor 13. Jawabannya ada pada teks 7.

Kegiatan 8. ***Sistem kerja yang aman***

1. a, c
2. b, d
3. d
4. b
5. c
6. b, c, d
7. c
8. d



9. c

10. a

11. c

12. c

13. a, b, d

14. sampai nomor 23 Jawabannya ada pada teks 8.

Kegiatan 9. ***Penggunaan informasi teknis***

1. b

2. c

3. a

4. d

5. sampai nomor 12. Jawabannya ada pada teks 9.

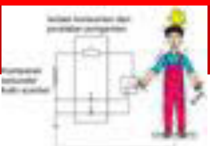
Kegiatan 10. ***Teori AC dan mesin listrik***

1. a

2. c

3. d

4. c



5. a

6. b

7. c

8. c

9. c

10. a, d

11. c

12. b

13. b

14. c

15. sampai nomor 21. Jawabannya ada pada teks 10.

Kegiatan 11. ***Sistem kelistrikan tiga fase***

1. c

2. d

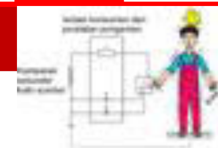
3. a, c

4. a, b

5. b

6. a

7. c



8. b

9. b

10. c

11. sampai nomor 17. Jawabannya ada pada teks 11.

Kegiatan 12. ***Arus lebih, hubung singkat dan pengaman gangguan***

1. a

2. d

3. c

4. b

5. b

6. b

7. c

8. a

9. d

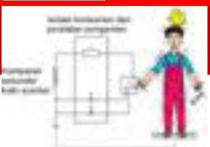
10. d

11. c

12. c

13. b

14. b



15. sampai nomor 28. Jawabannya ada pada teks 12